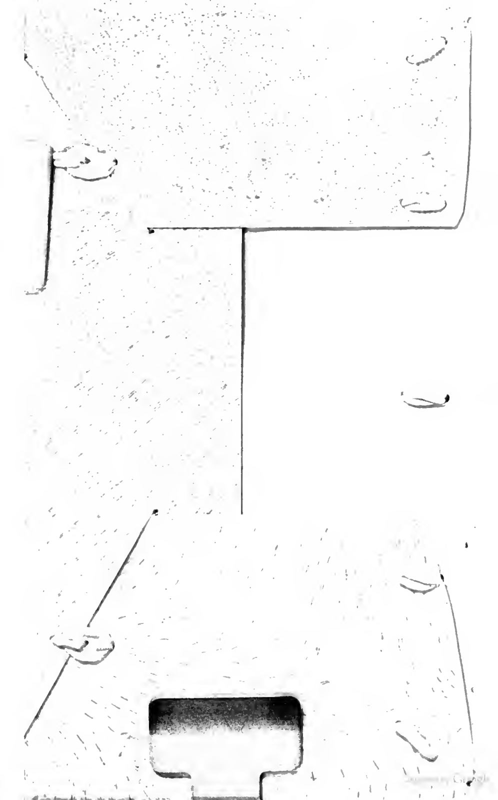




PHILOSOPHIA
LIBERA
SEU
ECLECTICA

RATIONALIS, ET MECHANICA SENSUUM

Ad Studiosæ Juventutis institutionem accommodata, ac per Lectiones digesta.

AUCTORE

P. IG. MONTEIRO S. J.
LUSITANO.

TOMUS VI.

CONTINENS

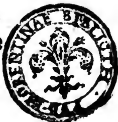
Aerometriam Physicam, Metheora, ubi plurima de Electricitate, Tractatum de SONO, & multa ad Musicam spectantia,

PYROTECHNIAM PHYSICAM

Una cum Tractatu

DE ELECTRICITATE.





VENETIIS MDCCLXVI.

TYPIS ANTONII ZATTA

SUPERIORUM PERMISSU, AC PRIVILEGIIS.

AEROMETRIA PHYSICA

SEU

DE ELEMENTO AERIS,

TELLURIS ATMOSPHÆRA, ILLORUMQUE PROPRIETATIBUS, ET PHÆNOMENIS.

LECTIO I.

De Aeris natura, & proprietatibus.

1 Um aggredimur tractatum, in quo & jucunda, & utilia, & nova occurrunt plurima: unde non summis tantum labiis, ut ajunt, sed ea, qua fieri poterit, diligentia exponi debet. Enimvero plurima vitæ subsidia, & commoditates, quin imo ipsius vitæ etiam conservationem Aeri debemus: illum enim quamprimum in lucem eduntur, ad mortem usque respirant viventia: intra aerem nascimur, vivimus, & fato tandem cedimus; neque est in vita tempus ullum, quo ab aere semper circumdati, & in aere immersi non vivamus semper. Dupliciter autem considerari potest aer: primo attenta solummodo illius natura, & proprietatibus, quin ad illius figuram, magnitudinem, statum, & mille alias circumstantias attendamus. Secundo spectari potest aer, ut sphæricus quidam annulus, & fascia terram circumquaque ambiens, ad certam altitudinem extensus, & immensam penè vaporum, atque ter-

restrium corporum exhalationum copia comprehendens: hoc secundo sensu spectatus aer *atmosphæra* nuncupatur: propterea quod telluris sphæram undique circumambiat. Aerem modo in primo sensu, in secundo postea considerabimus.

DEFINITIO.

2 *Aeris* nomine id intelligimus, quod ii, qui vivimus, inspiramus, & expiramus; in quo vivimus, & movemur; quod supra terram undique diffusum nubes, & plurima id genus alia in se comprehendit; & terram cum cælo videtur committere. Hæc nominis definitio: rei naturam modo discutiamus.

PROPOSITIO I.

3 *Id, quod nomine aeris significamus, est corpus: ac proinde est extensum, impenetrabile, cæterasque corporum proprietates, & attributa in se continet.*

Porro aer vel est purus, elementaris, & ab omnibus aliorum corporum vaporibus, particulisque distinctus, & separatus; vel cum iis omnino permixtus, & proinde impurus. De utroque vera est propositio, quam serio demonstrare supervacaneum fere duco: ea enim resistentia, quam offendimus, dum progredimur, dum manus, ventilabrum, & id genus alia per aerem movemus, aerem corpus esse manifesto evincit; quidquid enim motui corporum resistit, est corpus. De aere impuro, omnium consensu, vera est propositio. De aere puro, aut elementari, id tantum in dubium vertitur, existat necne aliquod, aeris nomine donatum, quod a reliquorum corporum particulis sit distinctum. Qui aeris puri existentiam agnoscit, illum etiam esse corpus adstruit. Quod si veteres aliqui spiritum dixere; ejus subtilitatem, non spiritualitatem intellexere, & eo nomine significarunt.

PRO-

PROPOSITIO II.

4 *Duplicis generis admittendus est aer, impurus scilicet, qui in vaporum congerie puro aeri permixta consistit, & terræ circumfusus* atmosphæra; *seu* vaporum sphæra *dicitur*; *purus alius, quem prop: terram numquam respiramus; sed supra vaporum sphæram longissime distenditur a vaporibus terrestribus minime perturbatus: verbo dicam: aer est corpus ab omnibus aliis corporibus specifice diversum, per quod vapores e tellure ascendunt, in eoque sustinentur.*

Stoici apud *Tullium* (a) *Boyle* (b) *Otho-Guerike* (c) *'Gravesande* (d), & alii aerem a congerie vaporum non distinguebant, contra quos probatur propositio. Terrestrium corporum particulæ, vapores, exhalationes sunt omnium confessione graves; neque alia ratione, nisi quia a fluido graviore, cui sunt immersæ, sursum urgentur, impelluntur, & detruduntur; fluidi enim actione, & gravitatione cessante, aut fluido ipso destructo, vapores illico in terram relaberentur: vapores igitur universi ab aliquo fluido graviore impelluntur, & sustinentur: id autem fluidum terræ circumfusum, & vaporibus ipsis permixtum nuncupamus *aerem*.

5 *Secundo*. Quamprimum aer e machina pneumatica expellitur, illico fumus, & quicumque vapores in recipientis summo extabant, aut intra illius capacitatem in aere natabant, ad fundum cadunt; neque jam ulterius ascendere possunt, licet intra recipientem disponantur prunæ, aqua calida &c. ideo igitur ascendunt vapores, quia aliquod fluidum a vaporibus distinctum eos ad ascensum urget.

6 *Tertio*. Plurimas in aeré proprietates agnoscimus adeo invariabiles, ut eamdem semper, & numquam alteratam naturam, ex qua descendant, sup-

(a) *Lib. 2 de Nat. Deorum cap.* 10.
(b) *Exp. phys. med. edit. Genev.* 1677 *pag.* 69.
(c) *Exp. nova Magd. L.* 2. *c.* 1.
(d) *Phys. Elem. Math. pag.* 586.

ponere videantur: hoc autem fieri non posset, si aer in vaporum congerie consisteret; cum hæc in eodem statu fere numquam permaneat, sed continuam semper variationem patiatur, ex qua proprietatum etiam, & effectuum varietas consequi deberet. *Quarto*. Aeris elasticitas illius densitati est proportionalis; densitas prementium ponderum rationem sequitur: utrumque autem in vaporum congerie fallit, ut experimentis *Muschembroekii* edocemur (*a*): ergo aer est aliquid a vaporibus diversum.

7 *Quinto*. Aer quocumque in statu existat, elasticitatem suam servat; vel enim frigescat, vel calore afficiatur, humiditatem, aut siccitatem servet, elasticitatem semper suam habet: neque etiam, quamtumvis frigidus, aut humidus evadat, in liquorem sensibilem, aut in glaciem vertitur, ut vaporibus fere semper accidit: sunt igitur duo corporum genera longe inter se diversa.

PROPOSITIO III.

8 *Est etiam aer corpus maxime fluidum, diaphanum, subtile, sonorum, elasticum*.

Omnia hæc ratione, experimentis, & sensuum etiam judicio constant. Maxima aeris fluiditas ex eo luculenter probatur, quia vel minima aeris particula quocumque loco, & tempore, magno licet frigori, humiditati, & aliis id genus qualitatibus, cuicumque etiam pressioni subjiceretur, in firmum corpus evadere numquam potuit: dum interea fluida alia corpora fere omnia, aliquantulum saltem, & sensibiliter decrescunt, & magna frigoris copia accedente, in glaciem etiam vertuntur. Nulla etiam sunt corpora solida, aut fluida, in quibus parem, necdum majorem, transparentiam agnoscamus.

9 Aeris subtilitas a nemine in dubium vertitur: ex corporum siquidem analysi constat, in intimis eorum receptaculis. & angustissimis sinubus, ac poris aerem inveniri. Est tamen aer & lumine, & igne

(a) *Elem. Phys. n.* 1069.

igne, & calore crassior; nam per vitri poros penetrat lux, caloris, & ignis materia, & radii, non tamen aer, ut visitur in vitreo recipiente vacuo, intra quod posita corpora a luminoso exterius admoto & illuminantur, & calefiunt, & ignescunt, quin tamen aer per vitri poros traduci ulla arte possit.

10 Unde tamen hæc aeris fluiditas proveniat, non facile dixerim. *Hermannus Boerhaave* (a) id aeris particularum tenuitati, & subtilitati refert. Verum ex plurimis experimentis a D. *Boyle* (b), & *Reaumur* (c) institutis deducitur, aeris particulas, aquæ, & aliorum liquorum particulis non parum subtilitate cedere. Papyrum siquidem permeat, & transgreditur aqua, non aer: papyrus etiam aqua jam madida, & lota aerem adhuc excludit, licet aliqui liquores illam hinc inde penetrent: igitur papyri foramina aqueas, non aereas particulas excipiunt: aqua proinde aerem subtilitate vincit.

11 Opponit tamen hoc loco P. *Kbell* (d). Quod aqua, non aer per chartam traducatur, non majori aquæ præ aere subtilitati referendum est; sed inde fit, quia aqua chartam madefaciendo, illius poros laxat: in eosque ita ampliatos ingreditur. Resp. Ut aqua chartam madefaciat, illius poros ingredi necesse est: ideo igitur poros dilatat, & madefacit, quia ingreditur; non e contrario, ideo ingreditur, quia dilatat.

12 At, iterum reponis, aer per chartæ etiam poros traducitur: ergo ex hoc capite non est crassior, quam aqua. Si enim recipientis AB (*Fig.* 1) utrimque aperti pars superior A charta solummodo obducatur, extrahaturque deinde aer, ut Mercurius a B ad C usque v. g. ascendat; Mercurius paulatim descendit; aer igitur in recipiens, & in Mercurii locum succedit, & ingreditur: cum igitur per vitri poros traduci non possit; unum superest

A 3

(a) *Chymic. t. 1 p. 23.*
(b) *Nov. Exp. Phys. Mech.*
(c) *Mem. de l' Acad.* 1714. *p.* 591
(d) *Phys. t. 2 Disp. 2 art. 2.*

eſt, ut per chartam in tubum ingrediatur. Reſp. Ab experimento id tantum ſequitur, aliquas ſolummodo & tenuiores aeris particulas nonniſi difficulter per paucos tantum chartæ poros traduci; cum paullatim ſolum, & longo tempore interjecto, Mercurius deſcendat; ex adverſo autem aqua promptiſſime per chartæ poros traducitur.

Melius fortaſſe aeris fluiditatem perfectæ illius elaſticitati tribuendam cenſeas: licet enim aer plurimum comprimatur, ut poſtea expendemus, attamen cum primum a premente potentia liberatur, in priſtinum ſtatum, & extenſionem reſtituitur.

13 Ex modo dictis inferes, aeri competere omnes eas proprietates, quæ ſunt fluidis corporibus communes: imprimis vero inſenſibilium particularum diviſio, in qua fluiditatis rationem ſupra poſuimus. Aerem eſſe corpus elaſticum, & inde etiam ſonorum, certum omnino eſt, & infra luculenter probabitur.

PROPOSITIO IV.

14 *Perperam omnino dicitur, aerem purum, & elementarem eſſe humidum calidum, & ſiccum; ex ſe enim neque humidus, neque calidus, neque ſiccus, neque frigidus dici poteſt; eas tamen qualitates omnes ab aliorum corporum particulis in aere ipſo natantibus, impurumque aerem componentibus, habet.*

Primo Enim nullum eſt experimentum, aut ratio, ex quibus aeris ſiccitas, humiditas, calor &c. inferatur: aer utique, in quo vivimus; & experimenta inſtituimus; eſt maxime impurus: calidis modo, frigidis poſtea, aut humidis particulis abundans. Nullum igitur experimentum inſtituere poſſumus, ex quo aerem purum, & ſecundum ſuam propriam naturam prædictas habere qualitates evincatur.

15 *Secundo*. Licet corpora aeri expoſita plurimas mutationes ſubeant; id tamen nequaquam aeri puro, & elementari, ſed innatantibus, & permixtis cum aere aliorum corporum particulis referri debet; alias enim aer & frigidus, & calidus, & humi-

humidus, & ficcus, & innumeris aliis qualitatibus fibi invicem contrariis præditus effet. Madida enim fæpiffime corpora, ut veftimenta & alia, & ipfa etiam terra, lacus; paludes ad aerem expofita exficcantur. Sicca interdum humiditatem contrahunt; ad aerem aliquando calefcimus, frigore interdum corripimur: plurima morborum genera a nocivo, quem refpiramus, aere contrahimus; fanitatem aliquando ipfimet aeri referimus acceptam; & plurima id genus alia paffim vera effe experimur: at dici nequit, aerem & frigidum, & calidum, humidum, & ficcum effe, & fanitatem, & morbos afferre.

16 Eft igitur aer ad omnia hæc penitus indifferens, neque ullam ex allatis qualitatibus ex fua habet natura: illas tamen ab extraneis corporum particulis, quibus imprægnatur, accipit. Erit igitur humidus, fi magnam terreftrium vaporum copiam contineat: Siccus, fi & aqueis vaporibus privetur, & terreftribus exhalationibus, & calore infimul abundet; caloris enim beneficio madida corpora incalefcunt: eorum particulæ aqueæ rarefcunt, & raritate leviores factæ furfum per aerem in vapores verfæ avolant. Neque alia ratione aerem male fanum dicimus, nifi quia nocivis corporum ea in regione extantium particulis imprægnetur, eafque fecum in intima corporum animalium receptacula, venas, arterias, cor, pulmones &c. afferat, copiofam morborum materiam.

17 Liquet igitur, aerem neque calidum, aut humidum effe, ut docuerat *Ariftoteles*, & docent etiam pauci aliqui Peripatetici; neque ficcum, ut aliqui Recentiores tenent. Sed aer, inquis, corpora alia numquam humectat, aut lavat, ut cæteri liquores: igitur non eft humidus, fed ficcus. Refp. Aerem ex fua natura humidum non effe, fateor; perperam tamen inde ficcum effe contenderes: optime enim ftat corporis fluiditas, quin vel humiditatem, vel ficcitatem habeat.

PROPOSITIO V.

18 *Est etiam aer peculiare quoddam corpus ab aura, seu substantia æthereа distinctum.*

Prob. Aer ex machinæ pneumaticæ recipiente educitur, & ope Anthliæ pneumaticæ extrahitur, non autem aura ætherea; recipiens siquidem aere vacuum adhuc est aura ætherea plenum. Hinc aliquod inter utrumque corpus dignoscitur discrimen; aer vitri poros non ingreditur, maxime autem aura ætherea: unde aere nostro longe subtilior est aura: 2°. Per aerem fumus, & reliqui terrestrium corporum vapores elevantur, & sursum ascendunt ab aeris gravitate, ut statim explicabimus, impulsi, & detrusi; hoc autem auræ ætheræ minime competit; aere enim è recipiente extracto, fumus, flamma &c. quæ antea per aerem ascendebant, elevari amplius non possunt, sed deorsum relabuntur.

COROLLARIUM.

19 Aer igitur crassus, quem respiramus, terram circumquaque cingens ad certam altitudinem porrigitur, ultra quam per immensa firmamenti spatia ad Stellas usque fixas per plurimos leucarum milliones subtilior quidam aer, seu aura ætherea distenditur; cujus limites, naturam, & proprietates unus agnoscit Deus. Neque tamen credendum est, aerem à terra ad supremam usque illius superficiem, esse æque crassum, densum, & eadem terrestrium vaporum copia refertum: aeris enim crassities, & densitas sursum ascendendo gradatim decrescit ad certum usque raritatis, & subtilitatis terminum, ultra quem æther extenditur; neque etiam vapores ad supremum usque aerem elevantur: sed pro diverso raritatis, subtilitatis, & relativæ levitatis gradu alii ad majorem, alii ad minorem altitudinem subsistunt, quin ad supremum aerem, elevandis, & sustinendis vaporibus imparem, ascendant. Sed de his iterum redibit sermo.

PRO-

PROPOSITIO VI.

20 *Aer etiam purus, & elementaris independenter omnino a vaporibus terrestribus, in terræ centrum gravitat.*

Aeris pondus, quod veteres Scholastici tantopere negarunt, adeo evidenter hisce temporibus experientia, & ratione est demonstratum, ut nullus quem sciam, de illo jam dubitet. Supervacaneum igitur esset, magnum, ut fieri poterat, observationum apparatum præmittere, ex quibus hujusce rei veritas ad evidentiam deduceretur; sed uno vel altero experimento, & ratione rem conficiam.

Probatur igitur 1°. Si Neutonianos audias, omnia, quæ universum Mundum componunt, corpora, ac proinde etiam aer, sunt in se mutuo gravia: sed à peculiari systemate rem abstrahamus. Nullum est sublunare, & notum corpus, ad terrestrem globum proprie spectans, quod in telluris centrum non gravitet; ut suis in locis de singulis, quorum gravitas in dubium verti poterat, demonstrabimus: cur igitur aerem à lege omnibus corporibus communi excludemus; cum nullum ad exclusionem fundamentum suppetat?

21 2°. Nullum inter terrestria corpus est, quod dilatari, rarefieri, dissipari, abire magis adnitatur, difficiliusque in peculiare aliquod centrum tendat, quam aer: ipse etiam pulvis pyrius, corpus maxime dilatabile, & quod facillime in auras dissipatur, ab aere longe superatur, ut omnibus, qui pulverem pyrium Physicorum more tractarunt, notum est, & in loco evincimus. Nisi igitur aer peculiari aliquo vinculo circa tellurem circumfusus detineretur, in auras jam pridem evanuisset: hujusmodi autem vinculum est gravitas, qua ad telluris centrum urgetur, & perpetuo circa illam retinetur (a).

22 Prob. 3°. Extra dubitationis aleam positum est, terrestrium corporum vapores, particulas, & corpuscula caloris ope rarefacta, & à suis corporibus avul-

(a) *Vide Castel. sur la pesanteur l. 1. p. 141*

avulsa, sursum per aerem ascendere, & supra aerem diutissimè sub nubium specie sustentari: hujusmodi autem corpuscula sunt omnium confessione gravia: ascendere igitur per medium fluidum alia ratione non possunt, nisi quatenus medium ipsum fluidum iisdemmet corpusculis specifice gravius, ea sursum impellit, & urget, ut ex Hydrostatica facile demonstratur.

23 4°. Innumeris experimentis eadem veritas ostenditur: è millibus unum seligo. Si vas vitreum satis amplum majori, qua fieri poterit, diligentia ab aere evacuatum, exactissime utrimque clausum, ad exactissimam bilancem cum alio pondere ad æquilibrium adducas; atque aperto deinde orificio, illud aere impleri permittas, iterumque appendas; sensibile pondus ex alia bilancis parte adjungi necesse est, ut æquilibrium servetur (*a*): aer igitur in vitreo vase inclusus proprium habet pondus.

Idemmet experimentum pari semper eventu plures hujus ætatis Philosophi multoties instituerunt; imprimis vero D. *Homberg*, quo teste aer in sphæra vitrea inclusus, cujus diameter erat 13 pollices longa, unciæ pondus continebat (*b*); duabus vero unciis constabat aër in sphæra vitrea 20 pollicum diametri inclusus (*c*).

24 At, inquis, deprehensum illud ponderis discrimen non ab aere, sed a natantibus in aere vaporibus provenit: indubium siquidem est, aerem esse semper terrestrium corporum vaporibus, & particulis, seu corpusculis imprægnatum: ea autem corpuscula sunt citra dubium gravia: quid igitur mirum, si vitri pondus augeant? Resp. Impossibile esset, ut modo diximus, gravia corpuscula per fluidum non grave, ac proinde levius, ascendere contra Hydrostaticæ leges. 2°. Id tandem *Nolleti*, & aliorum dexteritate factum est, ut aer ipse corpusculis purgaretur, & extranea illa, quæ in aere intra vas vitreum volitabant, in vase subsiderent, in

(a) *Nollet t. 3. des Leçons de Physique leç. 10 exp. 1.*
(b) *Hist. de l'Acad. an. 1696. p. 403.*
(c) *Mariotte t. 1. p. 153.*

in illoque, aere extracto, remanerent; nihilominus tamen idem gravitatis discrimen semper deprehenditur.

25 5°. Denique eadem veritas ab experimentis in tubo Torricelliano institutis luculentissime demonstratur. Sit tubus vitreus C A B (quem *Torricellius* cogitavit, & authoris nomen servat), cujus altitudo, crassities, & latitudo varia ad libitum esse potest; tres tamen pedes semper excedat, ex parte B apertus, ex parte C hermetice clausus: illi etiam non raro committitur sphæra vitrea M interius cava. Tubo erecto Mercurium ad summitatem usque infunde, manu deinde ad orificium B (*Fig.* 2), ne Mercurius effluat, imposita, invertitur tubus, ita ut extremum B intra stagnantem in aperto vase Mercurium immittatur, ab eoque perpendiculariter erecto, & firmato subducitur manus, libereque Mercurius effluere permittitur.

His ita peractis, sponte effluit Mercurius, donec ad punctum A, ad duorum scilicet pedum altitudinem cum dimidio descendat, ibique sistit; vacua interim relicta superiori parte tubi, & vitrea etiam sphæra M, quamtumvis magna statuatur: modo sic: Mercurius ad $2\frac{1}{2}$ pedum altitudinem semper sistens, eamque altitudinem constantissime servans ab aliqua externa perenni, & constanti causa retinetur, sustentatur, & impeditur: nisi enim impediretur, nativa gravitate omnino descenderet Mercurius: hæc autem causa alia esse nequit, quam aer externus, qui pondere suo deorsum nititur, ulterioremque Mercurii descensum impedit. Si enim intra machinæ pneumaticæ recipiens immittatur tubus C A B cum Mercurio ad altitudinem B A suspenso; quamdiu aer non extrahitur, ad eam altitudinem sustinetur Mercurius; at aere sensim extracto, sensim etiam Mercurius descendit; si penitus extrahatur aer, penitus etiam descendit Mercurius. Sed de his iterum erit sermo.

Aliquam in aere gravitatem subodorati sunt veteres Philosophi; imprimis vero *Aristoteles*, eam tamen penitus oblitteratam nostris fere temporibus

bona

bora in luce collocarunt *Galilæus Torricellius*, *Mersennus*, *Paschalis*, *Boyle*, *Guerikius*, & plures alii.

PROPOSITIO VII.

26 *Aeris massa est maxime compressibilis, & elastica.*

Duplicem hanc aeris proprietatem omnes populi agnoscunt, & admittunt: & si quis negaret ad quotidianas, & obvias passim observationes esset provocandus, ut innumeris ex erimentis de aeris compressibilitate, & elaterio edoceretur.

Probatur prima pars: In globum æreum aere plenum ope Antliæ multo plus aeris immittitur, quam sphæra in se contineat. 2. Parum aeris CD in recurvi barometri BDC (*Fig.* 3) minore latere CD inclusum, eo magis restringitur, & ad minus spatium reducitur, quo plus Mercurii in alio tubi latere AB infuderis: adeo, ut magis contrahatur, quo altior fuerit incumbentis Mercurii columna BA. Hujusmodi experimentum, quod D. *Boyle*, & *Mariotte* (*a*) debemus, curiose descriptum leges apud *Nollet* (*b*).

27 Ex his & aliis experimentis, quibus plures Philosophi aeris compressibilitatem curiose explorarunt, constat, aeris pressiones ponderum, aut virium prementium rationem sequi: cum vero volumina eò sint minora, quo majores fuerint pressiones; volumina, in quæ successive eademmet aeris massa reducitur, sunt reciproce, ut prementia pondera, aut vires prementes. Si v. g. pollex cubicus aeris a potentia duplo majori, atque antea, comprimitur, in spatium & volumen prioris subduplum constringitur; & ita similiter in alia quacumque quantitate, & mensura: experimentis in eam rem institutis proportionem hanc late probat *Mariotte*, & *Boyle*, & ex ipsis *Wolfius*, *Hales*, *Muschembroek*, *Nollet*, & *alii*.

28

(a) *Mariotte t.* 1. *p.* 153.

(b) *Leçons de Phys. t.* 1. *lect.* 10 *p.* 206.

28 Aer juxta *Roberti Boyle* experimenta, & calculum ita comprimitur, ut in volumen 13 vicibus minus redigatur, atque occupat prope telluris superficiem. Ubi notandum est, aerem prope terram esse valde compressum, ob superincumbentis aeris pondus, ut postea explicabimus. Verum *Hales* ulterius longe rem produxit; experimentis enim accuratius multo institutis aerem ita compressit, ut ad volumen 1551 vicibus minus, atque antea occupabat, redegerit (*a*). Neque tamen credendum est, regulam superius propositam, *Aerem scilicet comprimi in ratione virium prementium, seu volumina esse reciproce, ut vires prementes*, sempen vigere; aliter posset aer in infinitum semper magis, & magis comprimi, & in volumen infinite parvum redigi, quod dici nequit, quamtumvis id a *Benjamin* affirmetur (*b*).

29 Aer igitur ad certum usque densitatis terminum ita comprimi poterit, ut volumina sint reciproce in ratione virium prementium. Deinceps vero magis semper, & magis pressioni resistet, neque in volumina viribus prementibus exacte proportionalia reciproce reduci poterit; cum vero ad certum densitatis terminum fuerit redactus, nulli ulterius naturali pressioni cedet. De his iterum redibit sermo.

30 Secunda propositionis pars experimentis etiam probatur, & a nemine in dubium vertitur: Aer compressus illico, ac a premente pondere, aut potentia liberetur, in pristinum statum, & extensionem sua sponte restituitur, ut omnia experimenta loquuntur: at nihil est aliud corporum elasticitas. Vesica v. g. utrimque exactissime clausa, ut nihil aeris in eam ingredi possit, corrugata, & aere pene vacua, ac in recipiens immissa, quamprimum ab eo aer, vesicam utrinque comprimens, extrahitur, dilatatur, quasi esset aere plena; aere vero iterum in recipiens ingresso, in pristinum statum reducitur.

Exi-

(a) *Statique des Vegetaux p.* 390.
(b) *Gramat. de la Scienza filos. p.* 3 *c.* 1.

Exiguæ scilicet aeris particulæ in corrugata vesicula inclusæ eamdem, ac externus aer, compressionem habent; quamprimum autem a circumstante aere liberantur; distenduntur, vesicam inflant, & dilatant: aere iterum ingresso, iterum comprimuntur, & in priorem statum redigitur vesica. Hujusmodi autem phænomenon ab aeris elaterio provenire ex eo patet; quia si vesica sit perforata; quamtumvis evacuetur recipiens, numquam dilatatur, aut extendetur; sed easdem semper rugas servat; internus enim aer dilatatur quidem, cum alius e recipiente educitur; sed per vesicæ foramen extenditur, eamque proinde inflare nequit.

COROLLARIA

CIRCA GRAVITATEM, ELATERIUM, ET COMPRESSIONEM AERIS.

COROLLARIUM I.

31 Quoniam aer est fluidum grave, communem reliquis fluidis proprietatem habet, quod scilicet in inferiorem locum e superiori dilabatur. Fac v. g. intra atmosphæram, seu in suprema ejus parte casu aliquo massam quamdam destrui, seu alio transferri; circumstans illico aer, relicta cavitate superior in eam proprio pondere prolabetur ad eum modum, quo aqua in inferiorem, cum potest, descendit locum. Unde etiam sequitur, supremam aeris superficiem, nisi externa obstet causa, debere esse sphæricam, seu aerem in sphæræ modum sese circa tellurem componere, ut de fluidis generatim demonstravimus. Vide ibi dicta.

COROLLARIUM II.

32 Cum gravium pondera sint in ratione densitatum, fit, aerem eo graviorem esse, quo magis comprimitur, & in minora volumina reducitur: eadem enim massa aeris eo est densior, quo a majori-

joribus viribus comprimitur; illius igitur pondus, seu gravitas specifica est inverse, ut volumina, & directe, ut potentiæ prementes; major enim compressio aerem ad volumen minus, & ad pondus majus reducet. Hoc intellige ad certum usque compressionis terminum, ultra quem, ut superius monui, hæc proportio perturbatur (a).

COROLLARIUM III.

33 Aer quo fuerit ad telluris superficiem propior, eo erit magis densus, & gravis: eo levior, & rarior; quo editior, & a tellure remotior: ad montium proinde radices gravior, densior, & magis compressus existit, quam in summitatibus. Fluidorum enim partes in se ipsas graves sunt, & alias alias premunt (ut demonstr. in Hydrostatica physica): aer igitur superior inferiorem comprimit; compressus fit magis densus, ac proinde gravior: dum interea superior aer est magis rarus, & levis, quia minus premitur. Præterea aeris pondus, & densitas sequitur rationem pressionis: quo igitur humilior fuerit aer, majus habebit pondus, & densitatem.

34 Hoc tamen verum habet, *si cætera sint paria*. Non una enim est causa, quæ dat exceptioni locum: v. g. si ad montis radices, ut plerumque fit, major sensibiliter existat calor, quam ad illius summitatem; rarior, & levior erit in primo, quam in secundo loco aer; calore enim, ut statim dicemus, plurimum distenditur, frigore plurimum constringitur aer. Fieri proinde potest, ut aer sensibiliter magis compressus ab alio aere, vel corpore superincumbente, sit tamen superiore, & minus presso aere levior, & rarior: quod sæpissime fit, si valles cum montium summitatibus comparentur; in iis enim calores subterranei, & radii solares hinc inde a montibus, rupibus, cavernis repercussi, contentum intra valles aerem plurimum calefaciunt; dum

(a) *Vide Nollet l. cit. p.* 210.

dum interea aer supra montium summitates existens, a subterraneo calore, & radiorum repercussionibus immunis, & liberiori vento agitatus frigescit.

COROLLARIUM IV.

35 Gravitas igitur aeris continuatis variationibus est obnoxia: neque enim æqualiter semper premitur: cum modo plures, pauciores modo sint in atmosphæra vapores, qui proprio pondere inferiorem aerem comprimunt: varius etiam subinde est calor, & frigus, ex quibus raritas, & densitas, ac proinde pondus aeris tantopere pendent. Ad hujusmodi gravitatum discrimina dignoscenda Thermometrum inservit, de quo alio loco.

COROLLARIUM V.

36 Aer quo magis densus extiterit, majorem habet elasticitatem; minorem, quo rarior, cæteris paribus: est enim aer summe, & perfecte elasticus, hoc est, sibi libere derelictus ad eam semper extensionem restituitur, a qua fuit ad minus volumen redactus, ut experimenta passim demonstrant (*a*); sed eo majori potentia & viribus opus est, quo certa aeris massa ad minus volumen redigitur, & in majorem densitatem adducitur; majus igitur eo in statu elaterium, & sese restituendi virtutem habet: vis enim, qua restituitur, vires prementes adæquat (*b*). Dixi *cæteris paribus*, quia calore plurimum augetur aeris elasticitas, ut postea dicemus: fieri proinde potest, ut aer minus compressus, magis tamen calidus, majus habeat elaterium.

CO-

(a) *Nollet loco cit. p.* 205.
(b) *Physic. general. t.* 2 *l.* 13.

COROLLARIUM VI.

37 Vis elastica aeris compressi vim comprimentem adæquat: ac proinde aer perfecte restituitur. Aer scilicet, cum comprimi ulterius non potest, parem pressioni, & viribus prementibus resistentiam opponit; si enim minor esset resistentia, major esset compressio: hujusmodi autem resistentia est aeris elaterium, quod est viribus prementibus æquale. Experimentis etiam quamplurimis eadem veritas ostenditur: ex iis enim aperte constat, aeris compressi elasticitatem pondus attollere, & sustinere illi, a quo antea comprimebatur, æquale (*a*).

COROLLARIUM VII.

38 Aer igitur inferior majus habet elaterium, quam superior: est enim magis densus, & a superincumbente aere compressus. Aeris etiam inferioris elasticitas eam adæquat gravitatem, qua a superiori aere comprimitur; eosdemque proinde effectus producere poterit, ac comprimentis aeris pondus; sunt enim æquales prementis potentiæ efficacia, & compressi aeris resistentia, seu nisus, ut in pristinam extensionem restituatur.

Aer compressus eam quoque elasticorum corporum habet proprietatem, quod elaterium suum exerceant, cum libertatem nacta fuerint, versus eas partes, ex quibus comprimuntur: sed id tamen est aeri peculiare, quod, dum comprimitur, ab omni parte comprimitur; ac proinde versus quamcumque partem elaterium suum exercet sursum, deorsum, ad dexteram, ad sinistram. Equidem si in vase quocumque aerem compresseris; eo postea versus quamcumque velis partem perforato, pari impetu aer erumpet.

(a) *Vide Nollet l. cit. exp.* 3 *Lec.* 10.

PROPOSITIO VIII.

39 *Vis elastica aeris plurimum calore augetur.*

Pluribus, & obviis passim experimentis constat. Periculo enim a D. *Nollet* facto, massa aeris, quæ in inferiori Thermometri parte a Mercurio 28 pollices alto, & a pari atmosphæræ pondere premitur, eaque sustinet duo pondera, hæc, inquam, aeris massa, si intra ebullientem aquam cum Thermometro immergatur, ita rarescit, & dilatatur, ut præter duo assignata pondera, 18 adhuc Mercurii digitos sustineat, & elevet: eo igitur calore accedente, pondus tertia parte majus, quam prius, sustentat elasticitate sua; est enim 18 pars tertia numeri 56 (*a*).

SCHOLION.

40 *Circa specificam aeris gravitatem, & pondus non unus est Physicorum sensus, & opinio. Si* Galilæum *audias, pondus aeris eo in statu, quo eum respiramus, est ad aquæ pondus, ut* 1 *ad* 400; *juxta* Mersennum *ut* 1 *ad* 1346: *uterque calculus nimium est a veritate alienus: Secundum* Rob. Boyle *ut* 1 *ad* 940 *præter propter: Juxta* Humberg *ut* 1 *ad* 1087: Halley *ad* 860: Haukxbeè 1 *ad* 885. Muschembroek 1 *ad* 621: Wolffius *pedem cubicum aeris unciæ, &* 27 *granorum pondus habere pronunciat. Mirum porro non est, in sententias adeo oppositas Physicos abiisse; quod multiplici de capite ortum est. Primo enim iis, qui omnium primi aeris pondus investigarunt, plurima defuerunt tum ad instrumentorum supellectilem, tum ad Physicas notiones spectantia, & necessaria. Generaliter vero huic instrumentorum, quæ ad id negotii accuratissime fieri debent, imperfectioni, & aeris vicissitudinibus, aliisque obstaculis, quæ in re delicatissima evenire plerumque solent, tribuendum est.*

Pon-

(a) *Nollet. l. cit. Exp.* 9.

Pondus aeris ad aquam communiter statuitur esse, ut 1 ad 900: igitur 900 pedes cubici aeris, quem respiramus, idem habent pondus, ac pes cubicus aquæ, cujus gravitas 70 libras continet: sunt enim volumina in ratione ponderum inversa: unde tandem sequitur pedem aeris cubicum unciæ unius, & duorum scrupulorum pondus habere. Ex nota gravitate aeris secundum eam pressionem, & densitatem, qua circa telluris superficiem fungitur, facile elicitur ejusdem met gravitas, dum vel magis comprimitur, vel magis dilatatur: sunt enim pondera directe, ut densitates.

41 *Illud omnem fere imaginandi vim superat; quantæ scilicet compressionis, & dilatationis capax sit aer. Imprimis enim indubium est, aerem prope telluris superficiem existentem valde esse compressum: cum vero aerem ad spatium 400 vicibus majus occupandum sua sponte, & elaterio dilatari, experimentis* D. Mariotte *edocemur* (a): *rem tamen ulterius promovit* Boyle: *experimentis siquidem accuratissimis, coram* Vallisio (b) *factis, aerem sua sponte nullo calore adhibito ad spatium* 8000 *vicibus majus occupandum sese extendisse comperit: aliis postea experimentis edoctus fuit ad spatium* 10000, *& tandem ad* 13679 *vicibus majus sese dilatasse. Proprio etiam Marte calculum instituit* Mulchembroek (c) *attente observando, & quantum per humanam industriam licet, dimetiendo aeris bullam, quæ e fundo vasis aquâ pleni, & in machina pneumatica inclusi sensim, dum aer extraheretur, ad aquæ superficiem emergebat, & dilatabatur: ejus, inquam, bullæ sphæricæ diametros, & capacitatem attente in calculum redigens, adeo fuisse dilatatam subduxit, ut in aquæ superficie spatium* 46656000000 *vicibus majus occuparet. Et licet plurimum sit ex hoc calculo detrahendum, & imaginationis vitio dandum; illud proculdubio verum est, aerem longe ultra quam capere possumus sua elasticitate distendi.*

(a) *De la nat. de l' air p.* 173.
(b) *Vallisius Hydrost. prop.* 13.
(c) *Comment. in tentam. exper. Acad. del cimento.*

42 *Plurima hic sunt notanda: primum. Mirabilem hanc aeris dilatationem cum ea tantum conferri, quam habet aer circa terram: superius tamen ex D.* Hales *observavimus, aerem, quem respiramus, posse adhuc ad spatium* 1550 *vicibus minus reduci, quam circa terram occupet: assumpta igitur media dilatabilitate* (10000) *ad quam aerem reduxit* Boyle, *& calculo juxta sequentem analogiam confecto* 1. 10000. 1550, *recte deducitur spatium, ad quod aer sua tantummodo elasticitate extenditur, esse ad spatium, ad quod fuerit jam per compressionem redactus, ut* 1 *ad* 1550000. *Quid, si dilatabilitatem à* Mulchembroek *aeri attributam in calculum reducamus? Sed eam missam facio, neque multum probo.*

43 *Aer ad eam compressionem a Domino* Hales *reductus, duplam fere haberet densitatem, atque habet aqua, ac proinde esset etiam fere duplo gravior, quam ipsa aqua; cum pondera, seu gravitates specificæ sint inter se, ut densitates. Unde etiam apparet longe aliam esse aeris, & aquæ naturam, seu particularum texturam; neque enim aqua comprimi umquam potuit: aer vero ita comprimitur, ut ad duplam fere aquæ densitatem reducatur. Si columna aeris a telluris superficie versus illius centrum ad* 18 *usque Leucas recta protenderetur, infimus hujusce columnæ aer gravitatem Mercurii adæquaret, ut instituto calculo docuit* **Amontons** (a). *Id tamen libere supponit, aerem vel nullum habere dilatabilitatis terminum, vel esse semper ad eam usque profunditatem æqualiter, & uniformiter compressibilem.*

44 *Secundum: Aerem adhibito calore fieri magis elasticum supra probavimus: eum item aquæ ferventis calore affectum ita dilatari, ut spatium in quod sola elasticitate sese diffundit, sit ad spatium, in quod & elaterio, & calore dilatatur, ut* 2 *ad* 3: *si igitur caloris etiam actionem in suprapositum calculum admittamus; erit spatium* 2325000 (*terminus dilatationis aeris*), *longe majus, quam antea ponebatur.*

45 *Plurimis aliis experimentis eadem veritas ostenditur: vesica scilicet corrugata, aere pene vacua, &* ita

(a) *Mem. de l' Acad.* 1703. *p.* 101.

ita occlusa, ut neque aeris egressum, neque ingressum permittat, si igne admoto nimium calescat, ita inflatur, ut nonumquam cum strepitu disrumpatur: frigore autem calori succedente ad pristinum statum reducitur. Eidem causæ plurima naturæ phænomena, quæ postea explicabimus, referenda sunt. Id obiter notandum: aerem, si ad sese dilatandum libertatem habeat, plurimum calore rarefieri, & dilatari: si tamen sit undique compressus, calore accedente, plurimum illius elasticitatem augeri.

46 *Elasticitas igitur aeris duplici de capite potissimum crescit, ex densitate scilicet, & calore: quo rarior autem fuerit, & frigidior; erit etiam minus elasticus. Ex supra disputatis, cum de caloris naturæ disseruimus, liquet, quare ignis, & calor aerem, aut quodcumque aliud corpus elasticum ingrediens, illius raritatem, & elaterium augeat: subtiles scilicet particulæ intestino, & perturbato motu binc inde versus omnes partes vehementer agitatæ, cum aeris poros ingrediuntur, parietes binc inde separant, spiras evolvunt, & explicant, laxant, distendunt, eoque pacto totam aeris massam rarefaciunt. Unde fit, ut quo densior fuerit, & intensior calor, majus erit elaterium: majori enim vi, & efficacia confertiores aeris spiræ explicantur, & distenduntur.*

47 *Alia etiam est, & insignis aeris elaterii proprietas plurimis æque experientiis bisce temporibus confirmata: ejus scilicet elasticitatem successu temporis non minui, aut debilitari. Insigne est in eam rem* Robervalli *tentamen, qui annorum* 15 *spatio aerem in fistula clausum, & compressum servavit: iis autem elapsis, eamdem in illo, & invariatam elasticitatem deprebendit* (a) *Pari etiam eventu rem tentarunt, licet per minus temporis spatium* Mariotte, Boyle Muschembroek, *& alii* (b).

48 *Mirabile prorsus phænomenon, & præter omnium expectationem semel observavit* Boyle, *Mercurium scilicet in tubo Torricelliano intra recipientem extracto aere ad* 75 *digitorum altitudinem bæsisse suspensum,*

B 3 *cum*

(a) *Nollet. lec. cit. Exp.* 1.
(b) *Musch. Elem. Phys. n.* 1106.

cum in aperto aere, vel intra recipientem non vacuum facto experimento, ad 27 solum digitos ascendat, & suspendatur. Id imprimis circa hujusmodi phaenomenum notari debet, tubum scilicet exacte omnino usque ad summitatem fuisse Mercurio plenum; neque ulla arte consequi umquam potuit, ut ad majorem, quam 27 digitorum altitudinem, haereret Mercurius, si vel minima aeris bulla in tubi summitate superesset. Ejusmodi effectus, cum in crassioris aeris pondus referri nequeat, in subtilioris aeris pressionem, in peculiarem Mercurii viscositatem, & ad tubi parietes adhaesionem, & alias, quas ignoramus, causas refundi debet.

49 *Si tubus Torricellianus utrimque apertus charta superius rite obducatur, ita ut aer, nisi per chartae poros ingredi nequeat, facto experimento, & inverso tubo, Mercurius lento licet gradu penitus ad stagnantis Mercurii libellam descendit* (a), *quod nequaquam fieret, nisi aer per medios chartae poros pertransiret. Si tamen charta sit aqua imbibita, aer per chartam in tubum non ingreditur, haretque Mercurius suspensus; negato scilicet aeri per medias aquae particulas, chartae poros occludentes, transitu. Particulae igitur aeris in chartae poris latentes aqueis particulis transitum permittunt, non vicissim: expellitne igitur aerem aqua, an per aeris poros transit?*

Major aquae prae aere subtilitas praeter superius dicta ex eo probari posse videtur, quod per vesicam vice chartae in relato experimento substitutam, aqua, non autem aer ingrediatur, & pertranseat (b). *At ejusmodi aqueae particulae per vesicam permeantes, secum in recipientem aereas particulas deferunt; eas igitur involvunt, comprehendunt, & in poris complectuntur: aeris proinde particulas prae aqueis subtiliores esse ex hisce experimentis videtur inferendum. Sed aer ingreditur post aquam per poros jam ab aqueis particulis laxatos.*

RU-

(a) *Vide Boyle, Dechales &c.*
(b) *Regnault. Desagul. loc. cit.*

RUDIS QUÆDAM AERIS IDEA, SEU HYPOTHESIS.

51 Aerem ego mente concipio, ut maſſam quamdam fluidam, cujus partes ſunt tenues, ſubtiles, ramoſæ, filamenta contorta, aut in ſpirarum, & cochlearum modum convolutæ, multipliciter inter ſe plicatæ: ſenſibilem autem particularum congeriem, aut maſſam, ceu laneum vellus apprime carminatum, quod manu compreſſum contrahitur, ſibi relictum verſus omnes partes dilatatur: hujuſmodi flocci ſibi impoſiti, & appoſiti ſeſe comprimunt; unde inferiores ſuperioribus ſunt denſiores, cum ſuperiorum pondere premantur; per eorum interim poros innumeræ aliæ terreſtrium corporum particulæ, vapores, corpuſcula ſurſum, deorſum, lateraliter, verſus omnes partes tranſvolitant; modoque aereos floccos dilatant, modo contrahunt; humectant aliquando; quandoque exſiccant: alias hic, diverſas alibi qualitates pro locorum, temporum, & corporum etiam ſtatuum varietate impertiunt. Hujuſmodi hypotheſim pro aris, & focis ne defendas; ea enim in millibus fortaſſe à veritate aberrat; in aliquibus tamen aliqualiter aëris naturam videtur referre: neque alia occurrit, quæ phænomena non infelicius explicet.

LECTIO II.

Plurima curioſa phænomena, quæ ab aeris gravitate, compreſſione, elaterio ſeorſim, aut ab omnibus ſimul ſumptis pendent, proponuntur, explicantur, & ex eorum cauſis deducuntur.

PHÆNOMENON I.

52 *SI experimentum in tubo Torricelliano, ut ſupra numero 2. explicavimus, inſtituamus; inverſo tubo, & ab ejus extremo inferiori, in ſtagnan-*

tem Mercurium B D *immisso, subducta manu, descendit Mercurius ad 28 pollicum altitudinem, in qua post aliquas descensionis, & ascensionis oscillationes subsidet. Mercurius enim gravitate sua nullo obstaculo impedita deorsum labitur: labendo motum accelerat, impetuque acquisito præfixum terminum transgreditur, stagnantem Mercurium* B D (Fig. 2), *& incumbentem Mercurio aerem plus justo aliquantulum elevat: aer, & Mercurius stagnans vicissim relabendo, Mercurium in tubo contentum aliquantum supra 28 digitos attollunt; quoad oscillatione cessante, æquilibratis viribus ad dictam altitudinem subsidet Mercurius: columna scilicet Mercurii 28 digitos, seu duos pedes cum dimidio alta, cum aeris columna, cujus altitudo atmosphæræ supremum attingit, æquilibrium servat.*

Cum autem Mercurius unum pedem altus, aquam ad 14 pedum altitudinem proxime elevet, & sustentet, Mercurius 27 digitos altus; aquam ad 30 pedes cum dimidio elevat, & sustentat secundum Hydrostaticæ leges: unde fit; aquam in tubo ad 32 $\frac{1}{2}$ pedum altitudinem ab externi aëris pondere sustentandam fore, si in aqua instituatur experimentum, ut periculo facto probavit Rob Boyle (a) *hujusmodi autem experimentum repeti facile non potest; cum tubi adeo longi parari facile nequeant: quod in causa est, ut Mercurius fere semper adhibeatur.*

PHÆNOMENON II.

53 *Mercurius in tubis Torricellianis, experimento in vallibus, & ad montium radices facto, ad majorem altitudinem subsistit, quam si in montium fastigio instituatur: quin imo à radice ad montis usque summitatem altitudo Mercurii semper minuitur: quia scilicet quo editior fuerit locus; eò minor erit atmosphæræ altitudo, ac proinde pondus: ergo Mercurium ad minorem altitudinem elevabit. Hujusmodi phænomenon primus observavit* Perrier *in montibus Alverniæ in Gallia, quem postea alii sunt subsecuti, & rem adeo accurate observarunt, ut in calculum etiam,* &

(a) *Opere supra citat.*

& tabulas redigerent, quantum in tubo descenderet Mercurius ad datam supra horizontem elevationem; bodieque hujusce instrumentum adhibetur ad montium altitudines inter se, & cum maris superficie referendum, & dignoscendum.

In relato experimento in Alvernia prope Claramontium *facto Mercurius ad montis radicem ad 26 digitos; tres lineas cum dimidia substitit: in montis declivitate, loco 150 hexapedas magis elevato, ad 25 digitos descendit: in montis summitate, 500 hexapedas altiori, ad 23 digitorum, & 2 linearum altitudinem descendit* (a): *Columna aeris 69 pedes alta a superficie maris Mercurii lineam sustinet* (b).

Pars illa superior AM (Fig. 2) *tubi Torricelliani* AM; *è qua Mercurius descendit, aere quidem crasso, & denso est vacua: in eam tamen emergunt, & ascendunt aliquæ aeris particulæ in Mercurio latentes, quæ antea ab incumbentis aeris, & Mercurii pondere nimium compressæ intra Mercurii poros detinebantur: modo ab aeris pressione liberæ sese dilatant; & ob relativam levitatem ad superficiem emergunt, & per vacuam cavitatem diffunduntur. Eam quoque tubi partem aura ætherea, & lucis materia, quibus vitri, & cæterorum corporum pori non sunt impervii, replent, cum objecta interius posita videamus, & ignei etiam radii per eam cavitatem actionem suam transmittant, & exerceant: lucis autem, & ignis materia sunt proculdubio corpus.*

PHÆNOMENON III.

54 *Non solum in aperto aere, ubi tota atmosphæra libera gravitat, sed etiam intra cubiculum, ubi aeris columnæ sunt brevissimæ, sustinetur in tubo Mercurius, perinde ac in aperto campo. Duplex autem distingui potest casus: vel aer internus cum externo communicatur, per januas scilicet, & tabularum commissuras, & rimas, quod sufficit: vel est prorsus separatus: in priori casu sustinetur Mercurius; quia si de-*

(a) *Mariotte de la nat. de l' air. p.* 196.
(b) *Hist. de l' Acad.* 1712. *p.* 4.

descenderet, stagnantem Mercurium, & incumbentem aerem elevaret, e cubiculo excluderet, externumque aerem ad summitatem usque atmosphæræ attolleret. Uno verbo: in fluidis communicantibus, ut jam supra diximus eadem in fundo est pressio, quantumlibet altitudo sit inæqualis: Mercurius igitur stagnans eodem modo intra cubiculum, ac in aperto campo ab aere premitur, eumque proinde elevare nequit contentus in tubo Mercurius, qui necessario suspensus hærebit.

In secundo casu descendere nequit ex tubo Mercurius, quin aer intra cubiculum contentus, plus quam antea comprimatur, & in minorem molem, & spatium redigatur, ut ex se patet: at a Mercurio 28 *digitos alto comprimi ulterius nequit aer: eandem enim habet pressionem, seu densitatem, ac externus aer, cum quo antea communicabat: est igitur ita compressus, & in eum statum redactus, in quem atmosphæræ pondus eum potest reducere, & comprimere: at Mercurius* 28 *digitos altus idem habet pondus, & eodem modo premit, atque integra atmosphæræ columna. Ab eo igitur Mercurio comprimi ulterius nequit; sed utrinque æquilibrium servatur inter Mercurii gravitatem, & aeris resistentiam, seu elaterium; quæ semper sunt æquales: aeris igitur intra cubiculum existentis elaterio, ponderi, & viribus prementibus æqualis Mercurii suspensio referenda est.*

PHÆNOMENON IV.

55 *Manus tamen stagnanti Mercurio, & vasi* BD *supposita totum pondus vasis* DB, *Mercurii stagnantis* B *tubi* BC *sustinet; præterea autem non suspensi Mercurii* BA *gravitatem, sed æquale pondus sustentat, columnam scilicet aeream superiori tubi hermetice clausi extremo* M *insistentem, innixam, & deorsum prementem; sublato enim Mercurio, & tubo* BM (Fig. 2) *duæ columnæ* E, FG *se se mutuo sustentarent, & essent in æquilibrio: tubo* BM, *& Mercurio* BA *in columnæ* E *locum inductis aerea columna* FG, *quæ prius columnam* E *sustinebat, modo Mercurium sustentat: supposita autem manus in* D *columnæ* E *pressionem Mercurii pressioni æqualem sustinet.*

PHÆ-

PHÆNOMENON V.

56 *Si tubus Torricellianus sit ex superiori parte non hermetice quidem clausus, sed vesica obductus, & circumligatus; facto experimento vesica intra tubum descendit, incurvatur, & magno cum strepitu disrumpitur: columnæ enim prementis E pondere intra tubum vacuum, in quo nulla est resistentia, protruditur, distenditur, & incurvatur. Quod si facto experimento Vesicam B acu perforaveris, & acum subduxeris; aer illico magno impetu per exiguum foramen ingreditur intra tubum magno etiam sibilo edito; Mercuriusque in subjectum vas descendit totus. Primo enim columna atmosphæræ vesicæ incumbens, eamque vehementer premens aeris particulas vesicæ proximas per apertum foramen magno impetu protrudit; unde aer magna celeritate descendit; hinc sibilus enascitur. Tubo autem semel aere pleno integra atmosphæræ columna Mercurium in tubo contentum premit, & exterioris aeris nisum, cujus beneficio Mercurius sustinebatur, vincit, ac proinde Mercurius proprio pondere labitur.*

PHÆNOMENON VI.

57 *Incluso intra recipientem tubo Torricelliano* B M, *in quo Mercurius ad* 28 *pollicum altitudinem hæreat suspensus, aereque sensim extracto ad singulas extractiones aliquantum semper magis, & magis descendit Mercurius, quoad aere penitus, quantum humana industria potest, extracto, ad horizontalem stagnantis Mercurii superficiem descendit, neque supra illam, nisi tantillum per semilineam scilicet, aut lineam elevatur: aere postea sensim introducto, sensim etiam, & paulatim ascendit Mercurius, quoad in pristina altitudine subsistat. Phænomeni ratio patet ex dictis: extracto, aut introducto paulatim aere, extrahitur, aut introducitur sensim suspensionis causa: sensim igitur ad singulas extractiones, aut introductiones descendit, aut elevatur Mercurius. Tantillum fere semper manet elevatus: quia aliquid aeris in recipiente manet semper, neque ulla arte extrahi potest.*

PHÆ-

PHÆNOMENON VII.

58 *Si tubus Torricellianus sit ex superiori parte apertus, manumque super imponas, & leviter tubi labia attingas, dum inferius aer extrahitur; manus adeo tenaciter tubo postea adhærebit, eamque pressionem, & pondus senties, ut nulla arte manum extrahere possis: quin imo pars inferior manus intra tubum cedens, turgescit & deorsum non citra doloris sensum dilatatur. Quod si superiora labia non sint satis obtusa, adeo contra illa manus comprimitur, ut per carnem ipsam tubi labia introducantur. Aere postmodum intromisso, manum facillime subduces, &c. Cum enim nullus aer deorsum manum sustineat, aut cum super incumbente æquilibrium servet, manus integrum columnæ atmosphæræ pondus sustinet, èoque violentissime versus tubum ejusque labia constringitur, ut avelli inde non possit. Spiritus deinde animales, sanguis, & latens intra carnem, & sanguinem aer, cum primum ab externa aeris pressione liberentur, elastica vi sese dilatant, cutem extendunt, & carnem intra tubi cavitatem protrudunt.*

59 *Eadem de causa, dum cucurbita* ABC, *accensa interius stuppa, incalescentis labia humanæ carni rite adaptantur, ut nullus exterior aer ingredi possit, stuppa consumpta, igne extincto, & aere frigescente caro* D (Fig 4) *cucurbitæ substans inflatur, & intra cucurbitam turgescit chirurgicis operationibus locum datura; flamma enim rarefactus aer e cucurbita majorem partem exiit: mox succedente frigore condensatur, & ad tantillum in cucurbita spatium occupandum reducitur; cum igitur nulla, vel pene nulla in cucurbita sit resistentia, particulæ aeris intra carnem, & sanguinem cucurbitæ ori respondentem latentes, ab externa pressione liberæ elastica vi sese dilatant, & carnem intra cucurbitam protrudunt.*

Simili fere modo vasa vitrea in oblongum, & exilissimum collum desinentia, per quod scilicet aqua, aut liquores cæteri facile ingredi nequeant, iisdemmet liquoribus implentur; igni enim admota vehementer

te- incalescunt aerque rarefactus per canaliculum erumpit; postmodum in aquam collum immergitur; frigescente autem aere, & vitro, inclusus intra vitrum aer contrahitur, & aquæ ingressui amplius non resistit; aqua igitur externa ab exterioris aeris pondere compressa per canaliculum ad vasis cavitatem implendam ascendit.

60 Eadem de causa fit, quod si tubus Torricellianus superius in superficiem planam desinat; aere extracto disrumpatur; cum enim vitrum citra fractionem incurvari nequeat, ob vehementem aeris pressionem in frusta dissilit. Quid ni, inquis, disrumpetur etiam recipiens in sphæricam figuram exterius convexam tornatum? Respondeo. Id ex sphæricitate, & convexitate provenire; cum enim partes sint in modum fornicis dispositæ; si exterius introrsum premantur, magis ad se se invicem accedunt, & a ruptione, atque separatione liberantur: contra si vitrum sit exterius concavum; experimento scilicet facto in frusta dissilit ob peculiarem pressionis modum: tunc enim vitri partes a superficie concava ad convexam impulsæ, mutuo a se invicem, si pressioni cedant, separantur.

PHÆNOMENON VIII.

61 Facto experimento, si tubum BC Mercurio ad 28 digitos plenum manu sensim & perpendiculariter eleves; sustinetur quidem Mercurius, quoad inferiora tubi labia, stagnantis superficiem attingant: tubo autem tantillum supra Mercurium emerso, cum primum vel gutta e tubo cadat, tota illico suspensi Mercurii massa sursum contra tubi sumitatem adeo violenter projicitur, ut tubus nonnumquam in frusta dissiliat: aereque interim in tubum ascendente, totus effluit liquor. Dum totus in tubo suspensus hæret Mercurius; inter ipsum, & externum aerem servatur æquilibrium; cum primum aliquid effluat; præponderans aer reliquam Mercurii massam sursum violenter projicit, ad eum modum, quo si ex una parte æquilibratæ bilancis aliquid ponderis educas; aliud pondus ex alia parte appen-

pensum, & præponderans deorsum ruens, oppositam lancem, & quod in ea superest pondus, sursum violenter protrudit.

PHÆNOMENON IX.

62 *Vesicula exactissime clausa, corrugata, & aere fere vacua intra recipientem posita, & aere extracto turgescit, & aliquando disrumpitur; poma corrugata iterum levigantur, & veluti revirescunt; vitreæ bullæ aere plenæ in frusta dissiliunt: ova item intra parvum vas vitreum v. g. inclusa, & inferius acu subtiliter perforata, se se per exilissimum foramen acus exonerant; aere iterum intromisso, iterum etiam per idemmet foramen eademmet materia replentur. Quæ omnia aeris elaterio referenda sunt: aereæ enim particulæ intra prædicta vasa inclusæ, cum primum ab externi aeris pressione liberantur; & elasticitatis viribus dilatantur, & vasa distringunt. In superiore etiam ovi parte bulla aeris ovi albumine levior supernatans, dum sese dilatat, albumen, & reliquam ovi materiam per exiguum foramen expellit; at aere iterum in recipientem ingresso aeris particulæ intra ovum, vesiculas, bullas, poma latentes iterum comprimuntur, & in pristinam parvitatem reducuntur; unde iterum flaccescunt poma, corrugantur vesiculæ, implentur ova &c.*

PHÆNOMENON X.

63 *Quod si intra recipientem sit tubus Torricellianus, & ope Antliæ pneumaticæ violenter comprimatur aer; Mercurius longe ultra 28 digitos elevatur magis & magis, crescit, pro aeris compressione; aucta enim aeris densitate, illius etiam elaterium augetur pro ratione compressionis, & densitatis, ut supra diximus: Mercurium igitur altius elevabit. Idem in Mercurii elevatione observabitur effectus, & variatio, si aer intra recipientem existens nimium incalescat: calore enim, ut superius etiam observavimus, non parum aeris elasticitas augetur.*

PHÆ-

PHÆNOMENON XI.

64 *In aeris etiam gravitatem, & elaterium referendum est celeberrimum phænomenon, quod* Magdeburgicum *appellatur. Sint duo hemisphæria* A B (Fig. 5) *æqualia, concava, & ita parata, ut sibi invicem per majores circulos, quibus fuerunt secta, arte adeo conjungantur, & cohæreant, ut nullam aeri viam permittant: hujusmodi hemisphæriis sibi ita commissis, ope Antliæ aer extrabitur per foramen in eorum altero affabre elaboratum, quod educta Antlia exactissime occluditur. Postea vero vel horizontaliter, vel perpendiculariter, vel alia quacumque directione aliud ab alio trahatur; non nisi magnis viribus adhibitis, vel ponderibus adiunctis separari a se invicem possunt: hemisphæria, quorum diameter erat 6 digitos longa, adhibuit Nollet* (a), *neque tamen 60 librarum pondere appenso separari potuere.*

Quamprimum autem per foramen intra hemisphæria aer ingreditur, nullo negotio, immo sua velut sponte separantur. In recipientem intromissa extracto aere per se se dilabuntur, & separantur; aere iterum intromisso, eadem tenacitate sibi adhærent, idemque requiritur pondus, ut a se invicem separentur. Quod si magna hemisphæria adhibeantur, fit aliquando, ut neque quaternis equorum bijugis in singulas, & oppositas partes trahentibus separari valeant. Columna scilicet aeris, cujus altitudo ad summitatem atmosphæræ pertingit, latitudo eadem, ac maximus hemisphæriorum circulus, toto pondere hemisphæria in se invicem agit, & committit, integrum igitur hujusce columnæ pondus superare opus est, ut hemisphæria separentur; majoribus igitur viribus ad majora hemisphæria separanda opus est.

Intra recipientem aere plenum idem est effectus; quia inclusi aeris elaterium idem plane efficit, ac atmosphæræ pondus; cum easdem habeat vires. Equidem tot

(a) *Loco cit. Exp.* 4 & 5.

tot equorum juga ad hemisphæria in diversas partes trabenda opus esse non mirabitur, qui animadvertat, cuilibet hemisphærio cujus diameter sit pedalis, suam respondere columnam, cujus pondus 2300 libras superat: ea enim columna pedalem aquæ columnam 32 pedes altam sustinet, & illi æquiponderat: at pes cubicus aquæ 72 libras continet: igitur 32 plusquam 2300 libras ponderant. Sturmius ea adhibuit hemisphæria, ad quæ separanda viribus opus erat, quæ 16574 libras superarent.

PHÆNOMENON XII.

65 *Duæ etiam tabulæ marmoreæ rite complanatæ, & sibi cohærentes & impositæ* A D C E (Fig. 6) *separari, nisi difficillime nequeunt, si alia ab alia perpendiculariter extrabatur: at si lateraliter alia ab altera subducatur, trabentis manum facillime sequitur: in priori enim casu aeris columnam ejusdem, ac tabulæ, amplitudinis superare necesse est perinde ac de hemisphæriis Magdeburgicis rem eandem explicavimus: in secundo casu laterales columnæ, inter quas est perfectum æquilibrium, sese mutuo sustentant; neque mutua earum actio tractione suspenditur, sed tabulam* A C *versus* F *manu impellente, lateralis aer* G *pone sequitur, anteriorem columnam semper sustinens; neque manus aliud præter marmor trabit. Intra recipientem idem plane observatur, dum non extrabitur aer; eo tamen extracto, per se ipsas tabulæ quacumque directione separantur; cum nullus illic supersit aer, eam separationem impediens. Nos omnes usu, & experientia edocti, ut duo corpora satis apte secundum planas superficies sese tangentia separemus, vel unum supra aliud trabimus, & subducimus; vel unius extremum aliquantulum elevamus, ut inferius ingrediens aer superioris columnæ pressionem, & pondus superet, seu adæquet.*

PHÆNOMENON XIII.

66 *Antliæ* T V (Fig. 7) *extremo* O *in aquam immisso*, & *embolo* R *sursum adducto*, *sequitur aqua per Antliæ canalem ascendens*. *Eadem arte si fistulæ utrinque apertæ extremum unum ori*, *aquæ alterum immittas*, & *pectore interim dilatato aerem e fistula extrahas*, *e fonte in os ascendet aqua*. *Extracto enim ex Antlia*, & *fistula interno aere*, *nihil est*, *cur aqua stagnans ab Atmosphæræ pondere compressa*, *per apertum canalem*, *ubi nulla est resistentia*, *violenter protrusa non ascendat*. *Eidem principio innititur multiplex Antliarum genus*, *quibus e puteis*, *lacubus*, *fluviis*, *fontibus aquam sursum ad hortos*, *campos*, & *id genus alia irrigandum extrahimus*, *magno totius Reipublicæ*, & *humani generis beneficio*. *Id unum caveri debet*, *ne scilicet Antliæ tubus plusquam* 32 *pedes altitudinem contineat* : *ad eam enim altitudinem aqua a premente aere impulsa ascendit*; *ibique sistit*. *Si igitur aqua sit ad majorem altitudinem elevanda*, *ad Antlias prementes confugere opus est*. *Aquæ per Antlias ascensum in vacui* horrorem *nescio quem*, *veteres Peripatetici referebant*, *quo scilicet universa natura vacuum abborrebat*; *grande nimirum*, & *lethale Mundo vulnus*, *quo inflicto tota Mundi machina dissolveretur*, & *in pristinum chaos iterum rueret*; *eliminata jam est è scholis hujusmodi cantilena* & *vetularum nænia*: *pudetque cordatos Philosophos hujusmodi nugas*, & *fabulam in scholas aliquando irrepsisse*. *Cur enim Mercurius ad* 28 *pollices ascendit immensis totius universi*, & *naturæ viribus impulsus*; *deinceps autem ne lineam quidem altius ascendit*, *quantumvis per tubum extrahatur embolus*? *Ad* 28 *scilicet pollices ascendit Mercurius*, *cur non ad* 30, 40, 50, 60, *dum ad eam altitudinem embolus*, & *aer e tubo educitur*? *Debile enim vero est ad vacuum evitandum in natura præsidium*.

PHÆNOMENON XIV.

67 *Cum è recipiente bene clauso* B *aerem per Antliam* AN *extrahimus, ad primam aeris suctionem facillime embolum* A *subducimus, qui sponte quasi manum sequitur, ab aeris enim in recipiente existentis, compressi, & sese dilatare nitentis elaterio per Antliam impellitur embolus, eoque elaterio totam aeris pressionem æquiparante, trahentis manus juvatur potentia. Ad suctiones reliquas difficilius semper magis, & magis embolus educitur, quo plus aeris extrahitur: quia ad singulas suctiones magis semper rarescit aer in recipiente; quo rarior, & minus elasticus, debilius embolum pone impellit: dum interim externi aeris compressi, & elastici embolum sursum elevare conantis eadem est pressio, & efficacia; minus igitur juvatur manus, majoremque difficultatem experitur. Ex adverso (ob easdem causas) embolus ad Antliæ infimum deductus, & sibi relictus, post duas, tresve suctiones sponte ad summitatem Antliæ ascendit, eoque celerius ascendit, quo rarior fit aer intra recipientem: quia aere magis rarescente minor est illius resistentia, & elaterium: embolus igitur ab externo aere nimis compresso & elastico sursum impellitur, & adducitur, licet a manu non trahatur.*

PHÆNOMENON XV.

68 *Si intra recipientem vas quoddam cerevisia plenum statuas, & aerem aliquantulum extrahas; innumeræ aeris bullæ e cerevisia erumpunt, & eo magis ampliantur, quo propius ad superficiem emergunt: aere ulterius extracto, ingens super cerevisiam efformatur spuma. Innumeræ enim aeris particulæ intra cerevisiam latitantes & compressæ, dum ab aeris externi pressione liberantur, sese dilatant, sursumque ascendunt: ascendendo magis ampliantur, quia magis a cerevisiæ partium liberantur pressione. Aere ulterius extracto, & rarescente, minus premuntur; majori numero erumpunt, & amplius dilatantur ejusmodi bullæ, tenui & viscosa fluidi superficie circumsepta,*

& è cerevisia erumpentes, aliæ supra alias imponuntur, eoque pacto spumam constant.

69 *Quod si loco cerevisiæ aquam tepidam intra recipientem statuas, aeremque extrahas; aquam illico magno impetu fervere deprehenditur, perinde ac si supra vehementissimum ignem imponeretur; magno enim fervoris actu sese per vacuum recipientem sursum, & lateraliter projicit. Quod eidem causæ modo explicatæ referendum est. Innumeræ aeris bullæ ab externa pressione liberatæ per tepidam aquam, cujus particulæ intestino cientur motu, facilius erumpendi libertatem nactæ, earumque interim elasticitate ob adjunctum aquæ calorem auctâ, velociter in aquæ superficiem tumultuario erumpunt, aquam secum adducunt, ante se impellunt, & magno fervoris æstu hac illac projiciunt. Si curiose quæras, cur in aqua frigida ejusmodi phænomenum haud observemus? Quia, respondeo, aeris bullæ intra aquam frigidam latentes sunt minus elasticæ, magisque compressæ, & aqua ipsa minus divisa, & agitata bullarum emersioni difficilius cedit.*

PHÆNOMENON XVI.

70 *Omittendum non est, celeberrimum instrumentum, Pneumaticum scilicet sclopetum, nostra ætate excogitatum, & constructum, cujus mirabiles effectus, compressionem, & elaterium aeris causas habent; aeris enim compressi, & elastici beneficio obtinetur, ut plures successive plumbeæ glandes sine ullo strepitu intra paucissima minuta in scopum eadem vi, & efficacia, ac a nitrato pulvere accenso emittantur: nam globi, seu glandes explosæ ad* 8 *usque intra* 25 *passuum distantiam tabulam* 6 *lineis crassam perforant.*

Hujusmodi sclopeta diversimode construuntur: sequenti forma constructum offendes apud Muschembroek (a): *embolo* MM, (Fig. 9) *per canalem* NM, *& valvulam* P, *quæ introrsum recluditur, & versus embolum occluditur, aer in tubum* EKCD *utrinque clausum, & tubo alteri* AK *circumductum immittitur:* ibi-

(a) *Elem. Phys. loc. cit.*

ibique pro libito comprimitur. Aeri ita condensato & compresso intra tubum AK *conceditur ingressus ope stili* O, *& valvula ad id elaborata: aer igitur per eam valvulam intra cavitatem* KA *violentissime irruens, glandem* K *in via offendens, eam per canalem* KA *in scopum protrudit. Ut autem glandes facilius intra cavitatem citra temporis jacturam disponantur; in adjuncto canali plurima constituuntur, a quo ad interiorem cavitatem facillime transferuntur.*

PHÆNOMENON XVII.

71 *Aves, & animalia terrestria intra recipientem inclusa aere extracto respirationis defectu moriuntur: aves quidem ad primas aeris suctiones dilabuntur, convulsionibus agitantur, excrementa per utramque viam nonnunquam expellunt, & nisi aer intra pauca minuta secunda intromittatur, penitus moriuntur; aere autem brevissime restituto pristinum vigorem recuperant. Musca, qua recipiente haud evacuato, liberrime per vitri lævigatissimi parietes ascendunt, & hinc inde prorepunt, aere extracto dilabuntur, neque in vitri parietibus sustineri possunt. Pisces in vasibus aqua plenis intra recipientem non evacuatum inclusi liberrime natant, & vivunt: ad singulas aeris suctiones plures, & plures aeris bullæ ex piscium corpore, branchiis vero potissimum, atque ore erumpunt: pisces ipsi ad aquæ superficiem emergunt, neque demergi ulterius possunt; aliquot deinde horis elapsis moriuntur. Quod si aer denuo intromittatur ante vel postquam pisces moriantur, ad fundum labuntur, neque emergere ulterius possunt.*

72 *Affine etiam dictis est aliud, & notum satis phænomenum: homines, qui in altissimorum montium cacumen ascenderunt, diu illic subsistere non poterant ob aeris ad respirationem apti defectum; qua de causa ad radicem iterum descendere, ut libere viverent & respirarent coacti erant* (a). *Horum effectuum satis ex supra dictis, & ex dicendis infra, cum de respiratione sermo erit, luculentissime patet, & constat causa.*

Ani-

(a) *De Chales stat. lib. 1.*

Animalia omnia quæcumque sint volatilia, terrestria, aquatica, quantum humana industria assequi potest, respirant: & aere crasso ad id muneris opus habent: aere igitur extracto collabuntur.

73 *Deinde innumeræ aeris particulæ intra animantium fibras, sanguinem, carnem, ossa, minima vascula, & receptacula sunt dispersæ, ut statim dicemus; eæ igitur ab externi aeris pressione liberatæ, elasticitate extenduntur, proprias fibras rumpunt; aer, qui intra stomachum, ilia, & cætera intestina vasa reperitur, distenditur, cibos, chylum, excrementa ante se per os & destinatam excrementis viam ejicit: hinc nausea, vomitus, ventris depletio, convulsiones, & tandem mors oriuntur.*

74 *Intra aquam plurimum aeris contineri probavimus supra; intra piscium etiam corpora reperiri, esseque ad eorum respirationem necessarium, allatum experimentum demonstrat: cum ex piscis corpore aer erumpat; eoque extracto piscis supernatet & bianti ore aerem expiscari conetur. Aer in piscium folliculis contentus, & a pressione liber, folliculos, & animantis corpus nimium dilatat, efficitque specifice levius, quam aqua; emergere igitur necesse est, neque ad fundum iterum descendere poterit, quoad exterior aer iterum admittatur, cujus pressione parum aeris, quod superest intra folliculos, & reliquum corpus iterum comprimatur; piscisque in minus, quam antea, volumen redactus fit specifice gravior; quam aqua, atque ad fundum non emersurus delabitur.*

75 *Musca, & id genus alia è recipientis parietibus cadunt, quia ab aere non sustinentur. Postremi tandem Phænomeni pars duplici de capite oritur: primo cum supra* Olympum, *& altissimos montes rarissimus, & levissimus fit aer; corpus humanum, illius animales spiritus, & aereæ particulæ intra sanguinem, arterias, nervos, fibras contentæ dilatantur, erumpunt, avolant, dissipantur: sensimque vigor corporis, & vires cadunt, unde ad inferiora statim descendere opus est. Secundo, cum inspiratio ex eo fiat, quia aer externus nimium compressus, proprio pondere per apertum os in stomachi cavitatem descendat: ea, inquam, aeris*

compressione, & pondere deficiente, inspirationem etiam deficere opus est.

76 Qui ad ignem assident biberni frigoris arcendi causa, ventum a tergo frigidum & aerem versus ignem recurrentem experiuntur. Aer siquidem prope flammam, aut carbones accensos vehementi calore nimium dilatatur. atque rarescit, & per superiorem camini partem erumpit: aer igitur lateralis ab igne magis remotus, frigore concretus, compressus, densus, elasticus versus ignem, ubi rarior aer minus resistit, recurrit, & ventum efficit.

PROPOSITIO IX.

77 *Omnia corpora, in quibus hactenus experimenta capere potuimus, aere intra eorum poros consistente plurimum scatent.*

Probatur ex innumeris pene experimentis ad id demonstrandum institutis, quæ videri possunt apud Mariotte (*a*) Boyle (*b*)Hales(*c*), ex quibus pauca notavit Nollet (*d*): id primo de fluidis facile constat: quæcumque enim fluida intra recipientem ponantur, si aer extrahatur, innumeræ illico aeris bullæ erumpere videntur. Multiplicirer vero ex corporibus solidis, & fluidis elici potest aer: primo, si corpora ipsa per aliquod tempus intra vacuum asserventur. Secundo, si admoto igne vehementer incalescant, aut inflammentur. Tertio, dum a statu liquiditatis in firmorum corporum speciem concrescunt. Quarto, si in minimas, & insensibiles partes dividantur: quod fermentatione, distillatione, dissolutione aut putrefactione peragitur,

78 Posterior hicce modus est omnium, qui ad id negotii adhibentur, efficacissimus: eo scilicet corpora in minutissimas partes dividuntur, non tantum majora, sed minima etiam foramina, pori, & reconditiora receptacula recluduntur: aerque intra hujus-

(a) *De la nat. de l'air.*
(b) *Exp. phys. continuatio* 2.
(c) *Statiq. des vegetaux. ch.* 6.
(d) *Leçons de phys. t.* 3. *l.* 10.

jusmodi cellulas interclusus, apertis claustris, erumpit, & in atmosphæram elabitur. Eum aerem intra corpora latentem, factitium nuncupant *Rob. Boyle* & *Hales*, qui accuratissime rem hanc sunt prosecuti, & sequentia paradoxa vera esse demonstrarunt.

79 Primo. Aer intra corpora prius latens, & ab iis extractus, non modo æquale, sed longe etiam majus habet volumen, quam ipsa corpora, ex quibus extrahitur: non eandem tamen aeris quantitatem, intra omnia, & singula corpora, quamtumvis volumine æqualia contineri putandum est. Dominus *Hales* post citatum *Boyle* facto in pluribus corporibus periculo sequentia comperit: aer ex porcino sanguine distillato extractus ad sanguinis volumen erat, ut 33 ad unum: ex cornu Damæ, ut 234 ad unum: ex materia quercea, ut 128 ad unum: ex terra virgine, ut 43 ad unum. Alia hujus rei exempla vide apud ipsum *Hales*, & *Boyle*.

80 Is aer intra corporum cellulas delitescens, dum inde extrahitur, plures secum eorundem corporum particulas, & corpuscula affert, ut ex ipsomet odore deprehenditur. Quì autem fieri possit, ut intra corpus quodcumque aer existat, cujus volumen sit ipso corpore longe majus, non est explicatu facile; eritne aer intra corpora valde compressus? Sed ad hujusmodi compressionem maximæ requirerentur vires, aut pondera, quæ fere semper desiderantur: deinde si ea compressio existeret, omnia corpora ratione aeris inclusi, & adeo compressi magna elasticitate donarentur; quod sæpissime est falsum: non tamen inficiar, elasticorum corporum elaterium non parum ab inclusi aeris elaterio adjuvari.

81 Ex dictis facile est conjicere, aerem intra corpora longe aliter, ac extra corpora existere, eumque habere statum, & existendi modum, quem nos ignoremus. DD. Mairan (a) & Mariotte (b) qui aerem velut laneum velum concipiunt, ingeniose & divinando conjecere, aeris filamenta se ipsa intra corpora non con-

(a) *Dissert. sur la Glace.*
(b) *Essais sur la nat. de l'air.*

tingere, sed in longum exporrecta, per contorta, aut recta corporum foraminula distendi, in iisque velut in loculis, & aptis vaginulis explicata, & distenta existere: at cum primum e corporibus erumpunt, multiplicibus plexibus sese implicant, velumque efficiunt innumeris porulis, cavitatibus, & recessibus scatens; spatium igitur longe majus occupare poterunt hujusmodi filamenta in varias spiras convoluta, & secum ipsis implexa, quam corpora ipsa, e quibus educuntur, & intra quorum poros distendebantur: habendum hoc est, ut pura hypotesis; licet aliunde constet lanei velleris filamenta, si distendantur, & juxta se invicem aptentur, longe minus spatium occupare, quam si perturbato striarum, & plexuum ordine juxta se invicem convolvantur.

82 Fatendum tamen est, præter dicta aeris filamenta mutuo a se invicem separata, & intra loculos, atque minutissima foramina disposita, alias & sensibiliores aeris massulas intra sensibiliores corporum anfractus existere, quarum elaterio non parum adjuvetur propria ipsorum corporum elasticitas.

83 Aereis particulis intra cibos, & potus latentibus tribuendæ sunt rutationes, dolores colici, & plurima id genus alia. Etenim fluida, & solida alimenta dentibus primo contrita, saliva deinde in ore immixta, imbibita, temperata, in stomachum recepta mutuo, & peculiari ventriculi a tritu, acidorum ope, & fermentatione in minutissimas particulas dividuntur, ut massam ad chylum, atque sanguinem efformandum aptam efficiant. Hinc non majora solum loculamenta, & receptacula, sed minutissimæ etiam cellulæ recluduntur, latens in iis aer erumpit: minutissima aeris filamenta libertatem nacta coeunt, grandiores aeris massas conflant, dilatari conantur: si igitur inferius vel, superius per dispositos a natura canales erumpendi libertatem, & viam offendant, rutationes &c. efficiunt: quod si vias, & canales cibis impeditos inveniant, eorum interim elasticitate ob calorem aucta, viscera ipsa, colon anatomico idiomate nuncupata, ilia, & similia vasa plus æquo distendunt, unde colici, & alii dolores originem ducunt.

84

84 Qui igitur facilius, & perfectius alimenta solverit, & digesserit (cæteris tamen paribus) frequentius supradictis infi mitatibus erit obnoxius; quo enim facilius, & in minutiores particulas alimenta dividantur, eo plus aeris ab eorum claustris erumpit. Ea igitur, illis infirmitatis causa, eligenda sunt alimenta, quæ vel minus aeris contineant, vel difficilius in minutas adeo particulas secari possint.

85 Contra hactenus dicta, præcipue vero contra pondus aeris objicies. Si aer esset fluidum grave, & inclusa in ipso corpora comprimens; humana corpora vehementissime premerentur, & enorme pondus sustinerent: cum toti atmosphæræ succumberent; eam tamen pressionem, & pondus neque experimur, neque deprehendimus. Argumentum retorquetur in piscibus, & cæteris viventibus infra aquam immersis, & illius, citra dubium gravis, pondus sustinentibus, qui n tamen sese comprimi animadvertant, aut ullam inde molestiam patiantur: eademque libertate intra aquam, ac nos in aere, moveantur.

Respondeo igitur: Enorme nos atmosphæræ pondus ferre: illud tamen triplici de capite neque sentitimus, neque deprehendimus. Primo; Quia æqualiter ab omni parte premimur: nullaque est corporis pars, quæ plus, quam aliæ, urgeatur. Secundo; Aer per nostrum corpus ubique diffusus æqualiter versus omnes partes externi aeris pressioni resistit. Tertio; Ejusmodi ferendo ponderi jam inde a nativitate assueti illud non sentimus. Porro si corpus ab una parte comprimi desinat, ut fiet, si manu superaum evacuati recipientis os (modo supra explicato) occludamus; totum illico atmosphæræ pondus sentimus, ut ibidem retulimus, & explicavimus. Aeris vertici nostro incumbentis pondus 1000 libras longe superat, ut nihil de lateralibus pressionibus dicam.

86 Objicies. Quæcumque aeris massa in qua experimenta instituuntur, est quamplurimis terrestribus particulis, vaporibus, & corpusculis imprægnata; iis igitur particulis, quæ e terrenis corporibus solidis, & fluidis elevantur, & sunt proculdubio graves, tribui debet pondus, & gravitas, quam in

aere deprehendere nobis videmur. Resp. Nego consequentiam. Periculo enim facto, ut objectam difficultatem examinaret & dilueret, aerem a crassis vaporibus, & extraneis corpusculis purgavit *Nollet* (*a*); eaque ingeniose, & quantum per humanam industriam licet, separavit, nihilominus tamen aerem eo pacto expurgatum eodemmet pondere præditum comperiit. Deinde nisi aer esset fluidum grave, vapores, & terrestria corpuscula gravia per medium ipsum fluidum ascendere non possent, secundum Hydrostaticæ leges, ut jam notavimus.

LECTIO III.

De tubis Capillaribus.

DEFINITIO.

87 Tubi Capillares AEGQ (*Fig.* 11) dicuntur minutissimi quidam canaliculi recti, aut contorti, parum refert, utrimque aperti, qui ob cavitatem, & foraminum exilitatem capillos referunt, & nomen inde derivant. Ex quacumque materia fieri possunt; qui tamen ad experimenta frequentius adhibentur vitrei sunt, ut per transparentem materiam ascendentium, & descendentium liquorum phænomena spectari possint: eorum item cavitates variæ esse possunt: cavitatis diameter duas, aut tres lineas potest extendi.

Quæ in tubis Capillaribus observantur liquorum phænomena, communes Hydrostaticæ leges labefactare videntur, & omnium Physicorum ingenia torquent. Hujusmodi phænomena veteres Philosophos penitus latuere: cum vix sæculum sit evolutum, ex quo deprehendi cœperunt, & observari. Quæ in hac materia sunt præcipua, & varias deinde Physicorum ad ea explicandum opiniones paucis accipe.

OB-

(a) *Leçons de Phys. l.* 10 *t.* 3.

OBSERVATIO.

88 Si Capillaris tubi EF utrimque aperti, & perpendiculariter erecti, extremum aliud F liquorem quemcumque stagnantem vel tantum attingat, vel intra illum aliquantulum immergatur; stagnans liquor per tubum ascendere observatur; intra recipientem vacuum, vel in aperto aere fiat experimentum, nihil refert. Quod si tubus ulterius intra fluidum immergatur; ulterius etiam liquor per capillarem tubum ascendet. Unus est Mercurius, qui per tubum non solum non ascendit, sed ab infimo tubi ore intra Mercurium immerso velut refugit, facta enim cavitate deorsum incurvatur, seu deprimitur infra libellam, eoque magis refugit, quo minor fuerit tubi diameter. In metallis etiam fusis idem, ac in Mercurio, observatur (*a*).

OBSERVATIO II.

89 Liquores, intra quos tubi Capillares immerguntur, per ipsos ascendunt nulla eorumdem liquorum densitatis, aut gravitatis ratione habita: aliquando enim qui graviores sunt, superius ascendunt: altius quippe urina oleo vitrioli: vitriolum aqua salsa, hæc spiritu nitri, nitrum spiritu vini elevatur. Si tamen eidemmet fluido tubi diversarum diametrorum exposita ratione immittantur; eo altius elevatur, quo diameter tubi fuerit minor. Quare cum tubi Capillares sint tenuissimi cylindri, eorumque proinde superficies sint directe, ut diametri (*b*); erunt liquorum ascensiones, seu altitudines in ratione inversa superficierum: neque rationem hanc aut tuborum crassities, hoc est, major vitri massa, aut major ascendentium liquorum densitas perturbat. Eademmet phænomena, vel in vacuo, vel in libe-

(a) *Vide Nollet, Regnault, Khel, Muschemb. Desaguliers, Gravesſ., & alios in locis toties citatis.*

(b) *Elem. Geom. Elem. 4.*

libero aere dep ehenduntur. Ea autem in mille passim corporibus observantur; spongia, pannus sericus, laneus, multiplex etiam materiarum, seu lignorum genus, si aquam tangant, interius humectantur & aquam trahunt: quid autem sunt hæc corpora, nisi innumeri tubi Capillares secum ipsis commissi, & uniti?

90 Aliquando etiam ad experimentum adhibetur tubus v. g. G H, aut I L: diversæ omnino capacitatis, ab una scilicet parte G N gracilior, ab alia vero N H amplior; quod si totum canalem liquore impleas, isque ex latiore extremo stagnantem liquorem tangat, aut in illum immittatur; manebit tubus usque ad summitatem G plenus: minime, tamen, si gracilius extremum G fluido immergatur. Quin imo si vas satis amplum A B in tubum Capillarem desinat, totumque vas, & tubus liquore impleatur, amplo orificio B stagnantem liquorem tangente, plenum omnino & vas, & tubus manebit. Tandem si cætera sint paria, quo longior fuerit Capillaris tubus, eo altius per illum liquores elevantur. Ad liquorum elevationes dignoscendas, colore aliquo tingi oportet.

PROPOSITIO X.

91 *Liquorum per Capillares tubos ascensio aeri crasso stagnantem liquorem prementi, & sursum per tubos urgenti referri nequit.*

Ea fuit aliquorum opinio, quæ tamen clarissimis rationibus, & experimentis impugnatur. *Primo*. Aer æqualiter in stagnantem liquorem, ac in superiorem tubi aperturam gravitat, & deorsum premit: æquis igitur viribus liquorem ad ascendendum, aeremque e tubo expellendum urget, & aeris ipsius egressum impedit: liquorem igitur ea de causa ascendere impossibile est.

At, inquis, ramosæ aeris particulæ mutuo sese impediunt; neque facile per parvum tubi canaliculum ingredi possunt, liquoremque interius premere &, ne ascendat, impedire; dum ex adverso li-

ber-

bertime ſtagnantem liquorem aer premit; premendo ſurſum elevat. Sed reſpondeo, Aerem per exiliſſimum foramen, in veſica ſuperiorem tubi evacuati partem operiente acus cuſpide factum, facillime in tubum irruere: ergo etiam per minutum Capillarium tuborum orificium ingredi facillime poterit.

92 Probatur *Secundo*, & efficaciter. Eodem modo in recipiente vacuo, ac in aperto aere liquores per tubos capillares aſcendunt: craſſioris igitur aeris preſſio liquores non elevat. Nam vel totus aer craſſus, vel major illius pars e recipiente extrahitur: ſi primum, penitus e tubis deſcenderet liquor; ſi ſecundum, major ſaltem illius pars laberetur: ſed neutrum obtinet: ruit igitur illa opinio, quæ ad primas phænomeni obſervationes ſponte quaſi in Phyſicorum mentem ſubiens, poſt accuratiora experimenta penitus corruit.

Tertio. Si in craſſiorem aerem hæc referrentur phænomena; pro ſpecifica gravitate liquores aſcenderent, atque ſuſtentarentur, ut leges æquilibrii omnino poſtulant, quod tamen eſt falſum.

PROPOSITIO XI.

93 *Fluidorum per tubos Capillares aſcenſus, & recenſita phænomena legibus attractionis corporum, quas Philoſophi, hanc qualitatem admittentes, ſtatuunt, non ſunt conformia, ac proinde per vim attractivam non explicantur.*

Non unus jam eſt inter clariores attractionis univerſalis Aſſertores, qui tuborum Capillarium phænomena per leges attractionis exponere, rem eſſe fere deſperatam agnoſcat, & candide fateatur. Plures tamen ſunt, qui generale hoc totius materiæ attributum in cauſa eſſe volunt, cur liquores per tubos Capillares aſcendant; eamque virtutem ex hoc-met phænomeno maxime confirment. Quoniam vero eam virtutem attractivam, velut univerſalem Naturæ legem alibi rejicimus; impræſentiarum pauca ſuperaddere ſufficiet; imprimis vero animadvertendum, Neutonianos eam vim ex tubis Capillaribus, & aliis ejuſdem generis phænomenis potiſſimum

mum probare: deinde hosmet effectus per vim attractivam probant, & explicant.

94 Deinde quare per Capillares tubos non ascendit Mercurius, & metalla, sed potius deprimitur, & refugit? Quia, inquiunt, est vitro densior, plusque a se ipso, quam a tubo attrahitur. Id tamen secundum unde probatur? ex majorine densitate? id quidem esset universali attractionis legi conforme; minime tamen cum recensitis phænomenis cohæret; sæpissimè enim densiores præ rarioribus liquoribus magis a vitro, minus à se ipsis attrahuntur: perperam igitur ex majori densitate, major vis attrahendi petitur: eo tamen etiam dato, nihil est, cur infra stagnantis Mercurii superficiem descendat, tubumque effugiat; hæc enim fuga in vim attractivam refundi nequit. Deinde, ut modo dixi, fluida non attrahuntur in ratione raritatum, sed aliquando quod est magis densum, magis elevatur: ergo magis attrahitur: fieri igitur potest, ut densiora fluida minus a se ipsis, magis a vitro attrahantur, quam rariora. Adde per tubos Capillares, qui ex omni penè materia conflari possunt, fluida ascendere tubis ipsis graviora, & densiora; magis proinde a tubis minus densis, quam a se ipsis densioribus attrahuntur: quidni igitur idem in Mercurio non visitur effectus?

95 *Tertio*. Quoniam vis attrahendi juxta Neutonianos massarum, & densitatum rationem sequitur; indeque est, ut Mercurius vitro densior magis a se ipso, quam a vitro attrahatur: quo igitur densiores fuerint, aut crassiores tuborum parietes, & massæ, altius in iis ascendent liquores, quod tamen est falsum. At, reponent attractionis assertores, tubi Capillares liquorem attrahunt non secundum massarum, sed secundum internæ superficiei rationem; unde fit, inquiunt, ut in subtilioribus tubis ad majorem altitudinem ascendant, pro majori scilicet eorum superficie relate ad ascendentis liquoris massam: unde tamen id probent, nisi ex ipsomet tuborum capillarium experimento, & facto non video: unde circulus committi videtur. Cur præterea interna tubi superficies, non massa attendenda est, cum mas-

sa non superficies attrahat? Sitque praterea universalis attractionis lex, vim attractivam sequi rationem massarum, non superficierum?

96 Objiciunt tamen, Nulla assignari potest impulsio, seu vis impellens, & premens, cui tuborum Capillarium phænomena adscribi possint: ergo ad vim attrahentem, primariam, & universalem Naturæ legem ex una Dei voluntate pendentem confugere opus est. Resp. Etsi antecedens esset verum, non illico tamen attractiva virtus admittenda est; plurima siquidem sunt imo innumera Naturæ phænomena, quorum explicatio nos latet, & perpetuum latebit, quin tamen novas subinde, & incognitas causas admittere liceat, quamdiu eæ per plurima etiam, & indubitata phænomena aliunde non probentur.

PROPOSITIO XIII.

97 *Liquorum per tubos capillares ascensio non unam, eamdemque causam habet: sed partim ab inæquali exterioris fluidi, aere crasso subtilioris, pressione: partim ab ascendentis fluidi ad internos tubi parietes adhæsione: partim à naturali quadam particularum fluidi viscositate, figura, magnitudine, motu, & latente inter ipsas aere provenit: nonnihil etiam ab aliquali aeris pressione aliquando adjuvari videtur.*

Primo enim facto experimento intra recipientem non vacuum, subducto mox aere, liquor aliquantulum descendit. Secundo. Si tubus Capillaris ita intra cylindrum aptetur, ut per superius orificium aeri communicet; cylindrus tamen non nisi per epistomium aerem recipiat, aut emittat; aere extracto, liquor deprimitur; iterum immisso, aut violenter etiam compresso, ascendit (*a*): crassior igitur aer ad ejusmodi ascensum aliquantulum concurrere videtur. Quod si in evacuato recipiente ad consuetam altitudinem sublistit, aut ad majorem aliquando ascendit, ut statim dicemus; ad alias illic causas in propositione expositas confugimus: aliquem ta-

(a) *Vide Kbell. t. 1. phys. Disp. 3.*

tamen illic aerem crassum agnoscimus; cum è recipiente penitus numquam expellatur.

98 Id etiam facto sæpe experimento confirmatur. Si Capillaris tubi ad consuetam altitudinem pleni pars stagnanti fluido immersa extrahatur, tubusque penitus repente educatur, aqua in tubo ad 8, vel 9 lineas altius ascendit (a). Aqua etiam per externam tubi superficiem profluens, cum ad inferius orificium pertingit, tubum ingrediens, per illum ascendit (b). Duplicis phænomeni eadem est causa; aer externus labentem aquam, & orificium attingentem comprimens, eam per tubi cavitatem, ubi minor est ejusdem aeris pressio, cogit ascendere.

99 Existere etiam fluidum aere ipso, quem respiramus, longe subtilius, inficiari non possumus: ejusmodi igitur fluidum, quod vitri, cæterorumque corporum poros ingreditur, liberius stagnantem in vase liquorem, quam in tubulo contentum premit, premendo elevare nititur. Potissima tamen phænomeni causa est humectatio, seu liquorum viscositas, qua illorum particulæ, & sibi invicem, & tuborum parietibus adhærent: viscositate enim fit, ut subtiles liquorum particulæ per insensibiles vitri superficiei rimulas, angulos, & sinus sese insinuent, illicque velut infixi clavi sustineantur, minusque in subjectas fluidi partes ponderent, & quacumque pressione accedente, aliæ facillimè supra alias eleventur, similibus vitri angulis infigendæ. Fluidorum viscositatem ad phænomeni causam multum conferre, multiplici experimento potest confirmari: unum, aut alterum sufficiet: cum aquam, aut viscosum aliud fluidum in vas infundimus, est observatione dignum, quod illius margines vas attingentes sensim undequaque attollantur, per vasis parietes ascendente liquore: si viscosum non fuerit fluidum, a vase refugiunt margines, & inferius detrimuntur.

100 Oppon. Fluidi aere subtilioris pressio æqualis erit in stagnantem, ac in eum, qui per tubum ascendit, liquorem: cum enim vitri poros liberrime

(a) *Mem. de l'Acad.* 1724. *p.* 100.
(b) *Nollet. leç. append. ad lect.* 8

me pertranseat; nihil est, cur intra tubum capillarem debilius liquorem premat: deinde si per vitri poros liberè pertransit; multo facilius per tubum ipsum Capillarem, qui millionesies circiter vitri poros amplitudine superabit; perperam igitur inæqualis fluidi pressio ad liquoris ascensum explicandum advocatur. Resp. Subtilissima etiam fluida difficilius, & tardius per angustos, quam per latissimos canales fluere: pluraque in illis, quam in hisce impedimenta, quibus subinde retardentur, ostendere (cæteris paribus), ut in mille exemplis passim obviis videre est: longè facilius aqua per capaces spongiæ canales, quam per angustiores ligni mollioris poros ascendit.

Deinde intra tubum solummodo agit, & contentum in illo liquorem premit subtilis ille, qui per vitri poros pertransit; major tamen illius pars in partes vitri solidas, interceptosque porulis parietes incurrens, retrocedit, actionemque suam, & pressionem in internum liquorem non exercet; dum ex adverso tota subtilioris hujusce aeris massa in stagnantem liquorem liberrimè agit: mirum igitur non est, si multo debilius interior, quam exterior prematur liquor.

101 Oppones secundo. Si hucusque dicta vera sunt, non est, cur Mercurius, ut liquores cæteri, per tubos Capillares non ascendat. Resp. Mercurium non ascendere, quia vitri parietes neque humectat, neque viscositate allinit, aut iis adhæret; illius scilicet particulæ ob peculiarem figuram cavitates per vitri superficiem dispersas ingredi parum aptæ, in iis velut loculis infigi non possunt, ut à lapsu serventur. Hujusce rei veritas ex eo suadetur: Primo, quia si internos tubi parietes sebo inungas, per eos ita illitos ascendet Mercurius; quia scilicet Mercurii particulæ ad sebum humectandum aptæ, per dispersos in sebi superficie sinus infigi, & abscondi possunt. Secundo, quod per tubulos nimium antiquos parum aut nihil ascendant liquores: aer enim diuturno tempore in iis insidens, aut pertransiens salem in vitreis sinubus, & angulis deponit, & cru-

sta obducit, iisque postea liquori imperviis, neque vitrum humectari, aut allini amplius ab iis liquoribus potest, neque liquores, ut antea, ascendere.

102 Oppones tertio. Si intra recipientem fiat experimentum, recipiente evacuato altius nonumquam ascendunt liquores, quam antea; nulli tamen ex allatis caufis acceptum id referri potest. Resp. Evacuato recipiente, internus etiam tubi aer dilatatur: è cellulis, sinubus, & angulis hac illac dispersis erumpit: liquor igitur facilius in evacuatos sinus, & cellulas ingreditur, ibique infigitur altius, minusque inferiores, & succedentes partes pondere premit. Adde minutissimas aeris particulas in ascendenti per tubos liquore dispersas, & elasticas, cum primum ab externi aeris pressione liberentur, amplius dilatari, & fluidas, quibus velut capsulis involvuntur, particulas sursum per tubi altitudinem elevare: cum e lateribus tubi ipsius parietes obstent, ne lateraliter dilatentur.

103 Hæc sunt, quæ pro celeberrimo phænomeno explicando experientia, & ratio suppeditant: meliora fortasse sapientiori sæculo reservantur. Probabile etiam mihi est; ab insensibilibus corporum atmosphæris prædicta phænomena non parum pendere: ut enim magnes intra atmosphæram suam attrahit, & repellit; fieri etiam potest, ut alia etiam corpora, (quæ omnia tamquam tuborum Capillarium fasces habenda sunt) suas etiam, licet insensibiles, habeant atmosphæras nonnisi ad minimas distantias se extendentes, quibus supradicti effectus magneticis valde similes tribui possint, & debeant. Id obiter notandum est, innumera penè esse Naturæ phænomena, quæ ad tubos Capillares reducuntur: aqua per bibulam arenam supra scaturiginis libellam, per spongiam, per vestes; vapores ipsi e terrenis corporibus calore avulsi, & erumpentes per aeris canales: succus nutritius plantarum per truncorum venas ad ramos, folia, fructus ascendit; quæ omnia, & alia quamplurima suis in locis exponenda ad Capillares tubos reducuntur: sed de his omnibus iterum redibit sermo.

LE

LECTIO IV.

De Aere, prout est Terrestris Atmosphera.

DEFINITIO.

104 A*Tmosphæra*, seu atomorum sphæra, ut jam alibi notavimus, est magna quædam aeris massa terram circumquaque complectens, eamque intra se ipsam, quasi nucleum comprehendens; ad aliquarum leucarum altitudinem extensa, in qua infinita pene vaporum, & exhalationum copia circumvolitat, spirant venti, formantur nubes, fulgura, tonitrua, tempestates, & millia id genus alia gignuntur metheora. Plurima autem sunt quæ de atmosphæra disputari debent, illius scilicet natura, figura, altitudo, munera: postea vero in ea, quæ in atmosphæra fiunt, metheora descendendum.

Hypothesis loco dandum est, aerem ubique circa Tellurem esse diffusum, ubique enim vivitur, & aerem respirant viventia. Nullus est terræ angulus, quem homines non incolant, vel in quem viatores non appulerint, aeremque illi, quem in Europa respiramus, per omnia similem non offenderint.

DEFINITIO.

105 *Terrestres Halitus* sunt tenuissima, & subtilissima quædam corpuscula, particulæ, & ramenta, quæ e Tellure, corporibusque terrenis separantur, in aerem præ levitate ascendunt, & hac illac dispergurtur. In duplici sunt differentia; alii enim *exhalationes*; alii *vapores* nuncupantur; exhalationes sunt *Halitus*, qui ex corporibus siccis, & inflammabilibus erumpunt; vapores sunt *Halitus*, qui ab aquosis, & non inflammabilibus elevantur.

PROPOSITIO XIII.

106 *Atmosphæra est massa, & fluidum quoddam impurissimum ex omnigena terrestrium corporum varietate, eorumque particulis conflatum.*

Prob. Nullum siquidem est corpus terrestre, e quo innumera quotidie corpuscula, exhalationes, aut vapores non erumpant, exhalent, & perenne propriæ substantiæ effluvium non avolet; quidquid enim igne absumitur, aut calore attenuatur, substantiæ suæ partem in aerem emittit: lacus quotidie, & paludes exsiccantur, arescunt terræ, & dehiscunt, flaccescunt, & corrugantur poma: arbores, folia, olera, & quidquid in terris vegetabile est, attenuatur, exsiccatur, minuitur, putrescit, dissipatur, disparet: humana corpora, animantia cætera perennem halituum copiam expiratione, sudoribus, insensibilique transpiratione emittunt; eumdem effluviorum perennem fluxum ex odoriferis, quotquot sunt, corporibus erumpere olfactu ipso deprehendimus: at commune jam est omnium Physicorum effatum, & opinio, nihil in rebus naturalibus naturaliter perire, destrui, & in nihilum redigi, sed omnem penitus substantiam, & materiam (miraculum Eucharisticum excipio) a Deo, cum Mundum conderet, productam servari: omnes igitur omnium terrestrium corporum halitus, corpuscula, & substantiales particulæ in aerem ascendunt, & hinc inde disperguntur, quoad in terræ superficiem iterum relabantur: in aerem etiam exhalat, & dispergitur humanorum, & ceterorum animantium, cadaverum caro, sanguis &c.

107 Vapores, & perennes substantiæ, seu corpusculorum effluvium ex plurimis corporibus erumpere ipsis etiam oculis deprehendimus: plura alia, & subtiliora mycroscopiis armati deteximus, ut ea omittam subtilissima corpuscula, & fumos tenuissimos, quos sub solis ortum, & paulo ante occasum oculis observant illi, quos *Vedores* apellamus, si eorum testimonio habenda est fides. Aer igitur, qui terram circumambit, innumeris omnium terrestrium corporum

rum corpusculis, atomis, substantiis est impraegnatus. Nollim tamen credas, omnium terrestrium corporum atomos, in qualibet aeris regione, tractu, aut angulo reperiri, aeri v. g. Lusitano aromaticos Indiae, aut Brasiliae halitus admisceri; sed ex potissimum atomi, & halitus in aliquo aeris tractu innatant, & permiscentur, quae ex illius regionis corporibus elevantur; nisi aliunde, ut plerumque fit, ventorum beneficio alia trahantur corpuscula: sed de his statim.

COROLLARIUM.

108 Ex dictis abunde liquet, aerem esse corpus impurissimum ex innumeris heterogeneis corpusculis conflatum. Atomorum seu substantiarum species, quae atmosphaeram componunt rudi calculo recenset *Musschembroek* (a). Primo. *Quidquid spirituum, odorum quarumcumque plantarum, florum, fructuumque constituit.* Secundo. *Aquae plantarum omnium exhalantes, sponte, vel a Sole, dum exsiccantur, elicitae.* Tertio. *Spiritus ardentes, qui ex succis plantarum fermentatis conficiuntur, qui magna copia in usus humanos arte praeparantur, & volatiles sunt, quibus similes natura gignit....* Quarto. *Plantarum olea, quae sol volatilia facit, & dispergit per aera.* Quinto. *Plantarum salia, quae item in aerem ascendunt... quaeque putrefactione, exsiccatione, fermentatione volatilia evadunt.* Sexto. *Multum terrae volatilis, quod secum vehit fuligo, praeter salia, & olea.* Septimo. *Quidquid subtilissimum ex omnium animalium corporibus undique expirat..* Octavo. *Sudor animalium.* Nono. *Olea animalium subtilissima ex putrefactis cadaveribus genita.* Decimo. *Salia volatilia animalium.* Decimo primo. *Vapores aquarum dulcium, & oceani.* Decimo secundo. *Sulphura non incensa, quae ex montibus vulcanis copiose eructantur, aut sunt in lithanthracum fumo.* Decimo tertio.

(a) *Elem. Phys. n.* 1180.

tio. *Olea terra, & petreola*. Decimo quarto. *Salia diversissimorum generum... & horum acidi spiritus ex montibus vulcanis erumpentes, aut ab igne subterraneo hinc inde producti*... Decimo quinto. *Omnium metallorum, & semi-metallorum partes in igne vulgari facta volatiles*. Decimo sexto. *Quacumque ex fodinis metallariis expirant*. Decimo septimo. *Plurima planta...., semina subtilissima, & invisibilia, plantarum, fungorum &c.* Decimo octavo. *Diversissima animalcula*, Hucusque Muschenbroek.

PROPOSITIO XIV.

109 *Terrestrium corporum halitus, & atomi in aerem ascendentes sunt partes substantiales eorumdemmet corporum, a quibus elevantur, eorumque naturam semper habent*.

Propositio ratione, & experimentis constat. *Primo*. Corpora per continuatam evaporationem, aut transpirationem sensim attenuantur, & diminuuntur, ut videre est in floribus, oleribus, & id genus aliis; quia scilicet continuam particularum, & propriæ substantiæ jacturam faciunt, subtilioresque eorum partes avolant: nisi enim ita fieret, nihil esset, cur corporum moles sensibiliter quotidie diminueretur.

110 *Secundo*. Fumus ex aqua ebulliente, aut fervente sursum erumpens, manu, aut quocumque in vase receptus, & collectus in sensibiles aquæ guttas conformatur: idem est de aliorum quorumcumque fluidorum fumo, seu vaporibus, ut omnes ii norunt, qui fumos tractant, & Chymicorum laboratoriis assident: corporum igitur fluidorum halitus sunt ipsorummet corporum partes substantiales, & propria substantia: idem vero est de solidorum corporum effluviis.

Tertio. Tenuis ille ebullientis aquæ fumus, & vapor solari radio illustratus, si mycroscopio inspiciatur, & attente observetur, nihil aliud esse deprehenditur, quam spissa minimarum aquæ bullularum

rum congeries, quæ calore rarefactæ & inde leviores sursum erumpunt (*a*).

SCHOLION.

111 *Ex immensa hac vaporum, & exhalationum copia fit, aerem atmosphæricum non esse perfecte diaphanum, sed plurimos lucis radios e sole in aeris superficiem illapsos hac illac inordinatissime reflectere, ut facile animadverteret, qui supra atmosphæram terrestrem a sole illuminatam existens, oculos in eam intenderet. Aerem tamen purum esse perfecte diaphanum, nullumque proinde colorem habere proprium, author esse nollim. Facile tamen adducor, ut credam, aeri atmosphærico proprium competere colorem, Cælestem nimirum cæruleum, quem dum oculos in Cælum circumquaque intendimus, ubique deprehendimus, & quem ex infantiæ præjudiciis Cælestis nescio cujus superficiei proprium judicamus; cum tamen cæruleus ille color non in Cælo, sed in ipsa terrestri atmosphæra existat.*

Primo *Enim ubinam est Cælestis illa superficies cæruleo colore prædita? A terra per universum firmamentum, per spatia fere immensa innumeris leucarum millionibus circumquaque extensa, nil nisi fluidissimum ætherem ex omnium jam Astronomorum sententia agnoscimus: æther autem aere nostro longe subtilior, rarior, & magis diaphanus lucis reflectendæ, & refringendæ penitus impar existit; ac proinde nullum colorem habere potest: si igitur prædictus color in atmosphæra non existit, id unum superest, ut per plures leucarum milliones sit a Tellure dissitus; in ea autem immensa leucarum distantia ecquis oculus cæruleum colorem posset deprehendere, cum cæruleum corpus & colorem vix ad aliquot leucarum distantiam in Tellure despicere possimus.*

112 Secundo *Cæruleus color, ut de aliis item coloribus dicemus in loco, ex radiorum solarium reflexione, & refractione ortum ducit; ad immensam tamen superficiei cælestis distantiam radii solares non pertin-*

 gerent

(a) *Vide Derhamum. Dimostrazioni dell' essenza di Dio l. 2. c. 4.*

gerent, neque illinc observari, aut deprehendi posset sol, ut in superioribus demonstravimus. Fixarum ne radii, in eam superficiem illapsi, reflexi, & refracti eum efficiunt colorem? at pauciores, & remissiores sunt fixarum radii, quam ut vividum adeo colorem in immensa a nobis distantia efficere possint.

113 Tertio. *Radii lunares nocturno Cœlo sereno in charta alba excepti cæruleum in ea colorem exhibent* (a): *lux autem lunaris ea tantum ratione colorem aliquem inducit, quatenus per medium eodem colore prælitum pertransit, & transeundo tingitur, ut alibi explicamus: nullum autem aliud in præsenti casu medium præter atmosphæram occurit. Utrum cæruleus color ab aere solum, an ab aere cum vaporibus permixto proveniat, nullus facile pronuntiabit.*

114 *Dices. Unde tamen est, quod in aere tantummodo longinquo præfatum colorem observemus, in eo autem a quo proxime circumcingimur, nullum colorem deprehendimus? Resp. Non qualemcumque aeris massam sufficere, ut sensibilem in nobis coloris speciem efficiat; seu, quod idem est, ut radii solares per aerem transeuntes ita afficiantur, & modificentur, ut colorem referant, ingentem aeris tractum pertransire necesse est; hoc autem ex aeris raritate provenit. Simile exemplum habes in vino rubello; parva enim illius gutta vel nullam vel insensibilem rubedinem contrahit; insignis quantitas vivida rubedine oculos afficit.*

PROPOSITIO XV. PROBLEMA.

115 *Modum, & peculiarem legem, atque causam, quæ halitus terrestres e suis corporibus evellat, & sursum elevet, secundum Physicæ Hydrostaticæ leges explicare.*

Hujusmodi difficultatem, quæ non levis est momenti, uno vel altero verbo vulgares Physici expediunt, majorem scilicet halituum, quam aeris, raritatem, levitatem, & circumstantis aeris pressionem ex solari, & subterraneis caloribus ortam in medium affe-

(a) *Mariotte de la nature de l'air.*

afferentes. De hac quidem causa conveniendum est; illius tamen leges discutiendæ: sunt, præterea, qui halituum elevationem ex attractiva solis virtute, & subterranei caloris vi impulsiva repetant.

Dico igitur Primo. *Vis impulsiva caloris subterranei, aut vis attractiva solis non sunt halituum elevationis causa.* Prob. *Primo* Quidem nullo argumento ejusmodi vis attractiva probatur, neque secundum Physicæ leges probari potest; deinde etsi illa admitteretur; halitus è tellure hujus virtutis beneficio elevati ad solem usque deterrentur; immo eo velocius ascenderent, quo magis ascenderentur; cum vis attractiva ex illius assertorum mente eo sit major, quo minor a corpore attrahente distantia: tamen intra atmosphæram sistunt. *Secundo*. Subterraneus calor sunt ipsimet subterraneorum corporum halitus motu perturbato agitati, & sursum erumpentes: a quo autem hujusmodi calor sursum impellitur, & vim alia corpuscula impellendi accipit? *Tertio*. Fumus aquæ ferventis, aut corporis accensi, & inflammati intra recipientem evacuatum sursum nunquam ascendit, sed deorsum semper relabitur, quantumvis magnus sit & circumstans & subterraneus calor, & solares radii ardentissimi; præfata igitur halituum elevationis causa, nisi aliæ etiam admittantur, est liberum prorsus commentum.

117 Dico *Secundo*. *Ex multiplici causa terrestrium corporum halitus ascendunt in atmosphæram, & primo quidem e solari, & subterraneo calore*: Secundo· *Ex majori superficie, quam, dum calore dilatantur, acquirunt*: Tertio. *Et potissimum ex circumstantis aeris pressione*: Quarto. *Ex iisdemmet causis ex quibus per capillares tubos ascendunt liquores, quas superius explicavimus*.

Explicantur hæc omnia, & probantur: Solari, & subterraneo calore, & ignibus incalescunt corpora; dilatantur eorum partes, intestino motu perturbatæ cientur, aliæ ab aliis dividuntur, ampliantur, in volumen longe majus excrescunt, & capaciori longe superficie terminantur: subtiliores igitur corporum particulæ a crassioribus separatæ, ae-

qui

que calore solari, & subterraneo rarefactæ majorem, quam ceteræ corporis, & ambientis aeris particulæ, levitatem acquirunt, sursumque avolant.

118 *Secundo*. Aer circa terræ superficiem magnopere compressus, & condensatus, fluidorum more omnia corpora circumquaque premit, premendo expellere loco, & elevare nititur; quo autem subtiliores, rarioresque fuerint corporum particulæ, eo minus incumbentis, & circumstantis aeris pressioni, & actioni possunt resistere; quo majus enim est ejusdem massæ intra fluidum grave existentis volumen, eo minus resistit, minus gravitat, facilius expellitur, & elevatur. Equidem terrestrium corporum vapores (idem de exhalationibus dicendum) dum calescunt, longe magis, quam aer, rarescunt: particula aquæ in vaporem redacta, in volumen 1400 vicibus majus, quam antea, distenditur, ut facto experimento, & calculo subducto, deprehendit *Muschenbroek* (*a*).

Est igitur volumen vaporis ad volumen aquæ ejusdem ponderis ut, 1400 ad 1. Volumen autem aeris ad volumen aquæ æqualis ponderis est, ut 1000 ad 1. Volumen igitur vaporis ad volumen aeris ejusdem ponderis est, ut 1400 ad 1000: sunt autem voluminum ejusdem ponderis raritates directe, ut volumina; raritas igitur vaporis est ad raritatem aeris, ut 1400 ad 1000: at sunt gravitates inverse, ut raritates: gravitas igitur aeris prope terram existentis est ad vaporis gravitatem, ut 1400 ad 1000: aer igitur aquam, & vapores ita premit, ut eos sursum facillime elevare possit.

119 Bene est, inquis, aquam calefentem vapores sursum ob comprimentem aerem elevandos ex se emittere, demus parumper: sed ex ipsa etiam nive, ex gelu, & frigidissimis corporibus vapores erumpunt, & sursum elevantur, cum eorum volumina, & pondera paula im imminui Physici deprehendant; nix scilicet terræ superficiem cooperiens intra paucas horas aliquando disparet; gelu etiam aeri

(a) *Elem. Phys. n.* 729.

ri frigidissimo, & radiis solaribus impervio exposituum sensim minuitur. Resp. Nivem, & gelu majorem saltem partem disparere, eo quod illius partes humiditate liquescant, deorsum defluant, & in terræ viscera, hiatus, & poros sese insinuent. Quod si nix, & gelu soli non exposita, & frigore correpta vapores adhuc ex se emittunt; id aliis, quas in propositione assignavimus, causis referendum esse ulterius probo, & propositionem confirmo. (*)

Tertio. Insensibiles particulæ quo majori superficie comprehendantur, eo majores ab aere comprimente ictus recipiunt, eoque facilius repetitis impulsionibus cedunt: notum enim est, & alibi demonstravimus, fluida media, quale est aer, in solida corpora secundum superficierum rationem agere, & impellere.

Quarto. Denique Aeris particulæ ramosæ, flexibiles, striatæ secum ipsis implexæ innumeros, & continuos inter se canales minutissimos spongiæ instar efficiunt; totaque proinde aeris massa terræ incumbens, velut magna spongia innumeris Capillaribus tubis hinc inde interspersis scatens considerari debet. Cum igitur insignis hæc spongia, & disseminati per ipsam canales, seu Capillares tubi terrena corpora fluida, & solida semper tangant, & premant; terreni halitus, & particulæ sursum per ejusmodi canaliculos elevantur ob easdem causas, quibus liquorum per tubos Capillares ascensum supra retulimus. Ex dictis plurima, & scitu digna consequuntur.

110 *Dico* Tertio. ***Fluidorum in vapores resolutio, eorumque elevatio, & suspensio igni seu materiæ electricæ e globo Telluris in atmosphæram erumpenti magnam partem debetur.*** Post tot electrica experimenta quot paucis abhinc annis tota in Europa fuerunt instituta, atque scrupulose examinata, hanc etiam notissimi phænomeni causam usque ad nostra tempora ignotam prætermittere non possumus. Primo enim ipsasmet nubes, hoc est, terrestrium vaporum congeries

(*) *Ex inferius tamen dicendis constabit, in g lo etiam & nive esse calorem.*

geries, esse electricas negari omnino non potest, cum id ab immediatis experimentis habeamus; quæ inferius referemus, cum de fulminum natura disputemus. Quamdiu enim vero pluvium est Cælum, atque nubibus obductum, magnam in nubibus ipsis electricitatem animadvertimus, quæ tamdiu durat, quoad in pluviam penitus resolvatur (a). Iam vero materia electrica nubibus seu vaporibus ab aere non communicatur, ut in loco demonstramus: a tellure igitur illa materia ascendit, ascendendo autem viam sibi facit per medium aerem: id autem peragit mediis corpusculis communicatione electricis, quæ secum defert: aer enim origine electricus prædictæ materiæ resistit; corpuscula vero communicatione electrica sursum per aerem ascendentia sunt ipsimet vapores. Omnia hæc luculenter demonstramus, cum de Electricitate, & Fulminum natura disputamus,

121 Materiam electricam vehementissima virtute impulsiva esse præditam, magno impetu e corporibus electrificatis emitti, aut projici, levia corpora in quibus inest, secum deferre, sursum attollere, in aere suspensa sustinere, quamdiu ab ipsis corpusculis non avolet, experimentis electricis edocemur (b). Nobis etiam constat magnam ignis electrici vim e terra erumpere, & per atmosphæram diffundi, atque insimul vapores esse corpuscula levia, & communicatione electrica. Si ergo materia electrica secum defert, sursumque attollit corpuscula communicatione electrica, cujusmodi sunt vapores, quibus quasi *deferentibus* ipsa sibi per medium aerem illi aliunde resistens viam faciat, si ex globo telluris dicta materia perenniter effluit, atque sursum circumquaque prosilit; consequens est, ut vaporum elevatio istiusmodi causæ veræ, & sufficienti referatur.

122

(a) *Beccaria. Elettric. naturale. l. 10 p. 166.*
(b) *Vide, quæ dicimus de Electricitate.*

122 Duo præterea sunt, quæ rei veritatem mihi ulterius confirmant: vaporum scilicet elevatio hyberno tempore a corporibus frigidissimis, qualia sunt gelu, nix, & alia quamplurima. *Secundo*. Ipsarummet nubium formatio: quæ enim causa vapores elevatos, & in aere suspensos in unum cogit? Deberent potius ad instar fumi per totum aerem dispergi, atque distribui: nihilominus nubes diversa corpora inter se sejuncta componunt. Aliunde autem scimus materiæ electricæ indolem esse, ut corpora communicatione electrica ad se mutuo impellat, cogat, & in unum corpus adducat. His & aliis, quæ brevitatis gratia prætermitto, facile credo, materiam electricam potissimum habere locum inter Physicas causas elevationis vaporum.

COROLLARIUM I.

123 Quo igitur ardentior fuerit in terrenis corporibus calor a sole, vel ab ignibus subterraneis proveniens:, eo copiosiores halitus, vapores & exhalationes in atmosphæram ascendent; cum enim calor, aut ignis sit causa rarefactionis; pro majori illius intensitate major etiam erit in corporibus raritas; facilius & copiosius corpuscula ab se invicem separantur: majorem raritatem, & levitatem acquirunt, & ab circumstanti aere pressa copiosius elevantur. Hinc est quod panni quicumque, aut quælibet alia corpora madida, & igni, ut exsiccentur, applicata, eo facilius & brevius exsiccant ur, quo propius ad ignem applicantur, & intensius calescunt: eatenus enim corpora exsiccantur, quatenus ipse, quo interius exteriusque madescunt, humor, & liquor calore in vaporem conversus exhalatur.

COROLLARIUM II.

124 Hinc etiam est, quod corpora madida aeri exposita, exsiccentur interdum, nonnumquam tamen magis humectentur, pro vario scilicet aeris statu, & existentium in ipso vaporum copia. Aliquando enim

enim aer ita est vaporibus plenus, ut omnes illius canales, seu pori sint aqueis particulis onusti; unde aer in spongiæ modum, aqua penitus imbibitæ, vapores potius ex se guttatim distillat, & in corporum, quæ tangit, superficiem diffundit, quam eos e corporibus accipiat, & velut exhauriat. Nonnumquam, tandem vaporibus non admodum plenus, aquea corpuscula e madidis corporibus calore exhalantia intra se recipit; & premendo elevat. Tum vero potissimum exsiccantur corpora, cum ventus spirat aridus, qui aquam e corporum superficie radat, radendo sursum attollat, & secum deferat, ut inferius explicabitur.

COROLLARIUM III.

125 Hinc etiam infertur, majorem vaporum, & exhalationum vim e terrenis corporibus interdiu quam noctu, æstate quam hyeme sursum elevari, si cætera sint paria; major enim æstate, quam hyeme, interdiu, sole scilicet terras illuminante, & calefaciente, quam noctu viget calor, præcipua nimirum causa, ex qua vaporum elevatio pendeat. Addidi tamen, *si cætera sint paria*, quia plurimas patitur exceptiones hæc propositio: fit enim sæpissime, ut majus per hyemem, quam æstate, interdiu, quam noctu sit aeris pondus; major intra corpora humiditas, copiosior liquor; major interdum etiam fermentatio, & subterraneus calor, ex quibus fiet, ut copiosior noctu, quam interdiu, hyeme quam æstate vaporum copia elevetur.

COROLLARIUM IV.

126 Intra Zonam torridam copiosiores etiam elevantur vapores, quam intra temperatas, & frigidas, cæteris tamen paribus. Sol enim perpetuo inter Tropicos existens, Torridæ regiones perpendiculariter, & efficacius calefacit, quam cæteras Zonas, quæ hinc inde a Tropicis ad polares circulos, a polaribus ad polos jacent. Plurimæ tamen sunt in

in Zona torrida regiones, quæ vel ob perennem, qui illic spirat, ventum, vel ob alias causas, quas inferius examinabimus, sunt magis temperatæ, & calore minus ardenti perfruuntur, quam aliæ regiones in Zonis temperatis sitæ: mirum igitur non erit, si minor ex illis, quam ex istis vaporum copia elevetur.

COROLLARIUM V.

127 Ex iis locis, quæ corporibus humidis, salidis, & facile inflammabilibus magis abundant, major vaporum vis erumpit, quam a cæteris, licet a sole acrius incalescant. Corpora enim, quæ citius, & facilius inflammantur, subtilioribus constant particulis, plurimo item interno igne abundant; facilius igitur subtiles ejusmodi particulæ calore dilatantur, & sursum ob aeris pressionem avolant. Nisi etiam humiditate abundent corpora, vapores ex iis elevari non possunt. Hinc circa paludosa loca nebulæ plerumque æstivo tempore, mane potissimum observantur: loca etiam sunt adeo arida, ut pluviosum Cælum, aut impendentes nubes numquam videant; qualia sunt arenosa Peruani Regni littora per 700 leucas ab Æquatore ad austrum excurrentia, & plurimæ item Africæ Regiones.

COROLLARIUM VI.

128 Aer, seu atmosphæræ tractus cuicumque regioni proprius, iis potissimum vaporibus, & exhalationibus scatet, quas ejusdemmet regionis corpora ex se emittunt, nisi validus, & frequens ventus alios ex aliis regionibus, ut plerumque fit, adducat vapores; & quos transcurrens illic offendit, alio etiam secum deferat. Halitus enim, seu subtilia corpuscula, a corporibus avulsa, sursum perpendiculariter ab aere premente attolluntur, usque dum ad eam altitudinem deveniant, in qua æqualis raritatis, & ponderis aerem offendant, factoque æquilibrio suspensa hærent, donec casu aliquo (inferius

ferius explicando) in pristinam densitatem, & liquoris forma rursum reducti in tellurem relabantur.

129 Hinc plurimæ regiones saluberrimo aere perfruuntur; aliarum vero Provinciarum aer plurimarum ægritudinum causa, & scaturigo existit; alia item loca aerem incolis quidem sanum, advenis nocivum habent, cujusmodi sunt aliqua Africæ littora *Angola* v. g. *Insula Divi Thomæ*, insulæ prope promontorium Viride, & alia loca. Qui prope *Ceilanum* Indici Maris insulam, quæ infinita fere Cinnamomi, & aliorum aromatum copia abundat, prætervehuntur, e plurimarum leucarum distantia suavissimum Cinnamomi, & aliorum aromatum odorem percipiunt (*a*); totâ scilicet aeris, seu atmosphæræ massa Ceilano incumbens, velut spongia, aut nubes odorifero vapore, seu liquore imprægnata, considerari debet, ex qua ventorum ope plurima hinc inde sparguntur corpuscula, quibus, velut prænuntiis nautæ, & vectores de proximis Ceilani littoribus admonentur.

COROLLARIUM VII.

130 Terrestria corpuscula, seu vapores ad diversas altitudines in atmosphæra ascendunt, pro vario scilicet atmosphæræ, ipsorumque vaporum calore, raritate, pondere, & pressione; quo enim gravior sit premens aer, & exhalatio levior, in altiorem ascendunt locum juxta Hydrostaticæ leges. Diversa igitur erit pro varia anni statione, calore, & aeris temperie vaporum, ipsiusque atmosphæræ altitudo: quin immo pro locorum diversitate diversam esse vaporum elevationem, & atmosphæræ altitudinem opus est: cum varia sit alio & alio tempore, & loco caloris solaris, & subterranei intensitas, aeris & vaporum raritas, ac proinde elevatio. Hinc altiores ut plurimum æstate, quam hyeme nubes esse observamus; crassiores enim, & graviores sunt per hyemem vapores, ex quibus conflantur nubes: humiliores igitur esse necesse est.

CO-

(a) *Barros*, *Oriente conquistado*, *Couto*, *Maffei*.

COROLLARIUM VIII.

131 Hinc est, quod vapores altius interdiu, quam sub noctem ascendant; quin imo qui diurno, & solari calore rarefacti sursum ascendunt, nocturno frigore correpti, & condensati in inferiorem aerem, vel in terram relabuntur, & descendunt. Locum etiam in atmosphæra identidem mutant vapores, altius modo assurgunt; inferius statim descendunt, cum varius & inconstans semper sit atmosphæræ status. Innumeros, qui intra atmosphæram visuntur, effectus, phænomena, & metheora, quorum materia, & causa sunt iidemmet vapores, & exhalationes, inferius fuse explicabimus. Modo adversus propositionem.

132 Oppones. Si aer velut immensa spongia, innumeris capillaribus tubis utrimque perforata ponitur, per quos aqueos, terreos &c. halitus sursum elevet, inque capillares tubos vaporum ascensio refunditur; dubium iterum fiet aeris pondus, ex quo quamplurima phænomena, & effectus hactenus explicavimus, atque deduximus; iterumque in antiquum *Vacui horrorem*, antiquæ Philosophiæ Lemurem e physica feliciter eliminatum relabimur, quo nihil pejus in veram philosophiam committere possumus. Resp. Aeris gravitatem luculentissime a Physicis demonstrari, supra vidimus; neque citra aeris pondus illa, quæ in atmosphæra visuntur, phænomena obtinerent. Deinde liquorum per tubos capillares ascensio in ipsius aeris gravitatem, velut concurrentem etiam causam refunditur. Tandem neque liquorum in tubis amplioribus suspensio, neque eorum, qui a tubis capillaribus refugiunt, intra capaciores tubos elevatio in capillares tubos, sed in aeris crassioris pressionem referri potest.

133 Oppones secundo. Explicari nequit, qua tandem ratione vapores, & halitus leviores fiant rarefactione; dum enim rarescunt, corporis sinus, & nova receptacula aeris particulis replentur, ita ut soli parietes ex vaporis materia constent; at conflatum ex aere, & vapore, seu liquore v. g. aqua non est aere ipso levius, ut ex se patet. Non levem difficultatem attingimus. Resp. Ampliatam aquæ par-

ticulam duplici de capite fieri posse circumstanti aere leviorem: Primo, quia ejus pori, & finus sunt majorem partem vacui: Secundo, quod si disseminata vacuola non admittas, intra vaporis, seu particulæ superficies, atque parietes ætherem seu subtilem materiam introire, & admittere opus est: quæ quidem materia subtilis aut nullam in se habet gravitatem, aut, quod verosimile est, crasso aere levior existit.

134 At, si nulla sunt in aquea particula, seu vapore disseminata vacuola, inquis, erit vaporis particula æque densa, atque aurum ipsum, seu materia, & corpus omnium gravissimum: est igitur vapor corpus gravissimum; neque per aerem ascendere, aut elevari potest. Hujus difficultatis solutio ex iis, quæ de gravitatis systemate, & rarefactione diximus, petenda est: vel igitur disseminata vacuola sunt admittenda; vel iis rejectis omnino tenendum est, non omnem materiam esse gravem, materiamque ætheream, vel subtilem nullam habere gravitatem, aut levitatem. Quod si Neutonianus aliquis sardonice subridens contendat gravitatem, seu attractionem esse universalem proprietatem materiæ juxta Neutonianam regulam = qualitates corporum, quæ intendi, aut remitti nequeunt, & omnibus corporibus conveniunt, in quibus experimenta capere licet, pro universalibus habendas esse = ridentem pariter ridebis; universalem gravitatem, & allatam regulam serena fronte inficiari, eorumque probationem in calendas græcas afferendam expectare potes. Equidem *Petrus van Muschembroek*, Physicus præclarus, qui Neutonianam philosophandi rationem tenebat, gravitatem in luce non agnosceat (*): hinc autem totum corruit systema; *Boerhave* in Physica experimentali, & Medicina plane egregius, de gravitate aeris proprie talis nimium dubitabat (a). Sed difficultatem in

(*) *Quantumvis alio in loco non modicam a luce gravitatem provenire corporibus statuat. Elem. Physic. c. 26.*

(a) *Chemiæ P. 2 de Aere.*

in nostra sententia tollit, quod diximus de electrica causa elevationis, & suspensionis vaporum.

PROPOSITIO XVI.

135 *Atmosphæra terrestris in perpetuo semper, & perturbato insensibilium, & sensibilium partium motu tum in ejus superficie, tum intra illius massam, & profunditatem existit.*

Probatur; Cum enim per universam telluris superficiem, & atmosphæram continua sit frigoris & caloris, raritatis & densitatis vicissitudo ob variam tempestatum, stationum, & fermentationum, solaris, terrestrisque caloris successivam mutationem; necessario fiet, ut per omnem atmosphæram continuus sit vaporum, & exhalationum motus sursum deorsum lateraliter: modo enim calescentibus corporibus, & rarefactis corpusculis halitus ascendunt, frigescente statim atmosphæra, & telluris superficie, densati iterum vapores relabuntur. Hac in parte calore rarescunt vapores, & cum vaporibus aer, dum in circumpositis regionibus & aer, & vapores frigore condensantur: aer autem, & vapores condensati fluidum efficiunt specifice gravius, quod in aeris rarioris, & levioris, minusque proinde resistentis lateraliter effluit, juxta peculiarem fluidorum gravitandi, & elabendi rationem, quam superius explicavimus.

136 Venti etiam hac illac secundum multiplicem directionem spirantes sursum, deorsum, versus omnia latera, vapores, atmosphæramque continue interturbant; variorum locorum, regionum, & corporum halitus secum deferunt, & permiscent. In eodem etiam loco dum aer inferior, & terrestria corpora calescunt, vaporesque sursum in atmosphæram altiorem emittunt, suprema, aut media aeris regio innatantesque illic vapores frigore densati ad inferiorem aerem alii, ad terram usque cæteri relabuntur. Alii etiam vapores, pristina densitate acquisita tarde labentes ascendentium vaporum, in quos incurrunt, calore iterum rarefacti partim sistunt, partim in superiora regrediuntur.

Rudem fortasse hujusce rei ideam concipies, si in solarem radium in obscuram domum ingressum oculos intendas; innumeras enim illic natantes atomos hac illac versus omnes partes volitare animadvertes; licet crassiora tantummodo corpuscula aspicere possit hebes oculorum acies. Quod si supremam atmosphæræ ipsius superficiem considerare lubeat; notabilem etiam irregularitatem observabimus, ut sequenti propositione explicamus.

PROPOSITIO XVII.

137 *Licet figura atmosphæræ, seu suprema illius superficies sphærica esse debeat, & haberi possit, spectata solummodo gravitantis aeris, & vaporum natura; physice tamen non est rigorose sphærica, sed sphæroidica, versus polos depressior, altior versus æquatorem.*

Probatur. Quoniam atmosphæra terrestris est corpus fluidum in telluris centrum gravitans, supremæ illius partes eamdem omnino a centro habere deberent distantiam, ut fluidis omnibus commune est; & figuram proinde sphæricam efficere: cum ea sola sit figura, cujus superficiei omnia puncta, æqualiter a centro distant: unde si tellus, & atmosphæra quiesceret, nullaque exterior causa ejusmodi æquilibrium perturbaret; sphæricam figuram procul dubio haberet atmosphæra. Nihilominus tamen tellus non est perfecte sphærica, ut alibi demonstramus; sed pressior ad polos, ad æquatorem elatior; eamdem igitur figuram aeri, seu atmosphæræ tribuendam necesse est; cum idemmet corpus totale & terra, & atmosphæra constituant. Probatur tamen peculiariter Propositio.

138 Terram, & aerem circa suum axem diurna vertigine moveri adstruunt fere omnes Astronomi, nos semper supponimus: partes igitur versus æquatorem sitæ, & majori celeritate proculdubio circumvolutæ vi centrifuga majori donantur: sunt igitur aliis partibus longius ab æquatore circumactis leviores; longius igitur a telluris centro recedere necesse est; nota enim est fluidorum proprietas, quod le-

levius à graviore sursum impellatur; aer per Zonam Torridam circumquaque terram cingens altior est, quam versus polos; ac proinde etiam atmosphæra, quasi malum sinicum sphæroidicam habet figuram.

Secundo Probatur. Sol extra Tropicos numquam excurrens, longe ardentius Zonam Torridam calefacit; ejus igitur Zonæ aer, & vapores magis a solari calore rarescunt, ac per consequens altius etiam ascendunt, quam per alias Mundi plagas. Deinde quo magis ad polos accedimus, eo intensius est frigus; minor proinde aeris, & vaporum raritas, majus pondus, & ascensio per atmosphæram minor.

139 Oppones tamen. Atmosphæra terrestris est immensa quædam massa fluida, terram undique circumcingens, & in ejus centrum gravitans: ergo circa hujusmodi centrum sphærice componi necesse est: sicubi enim ob aliquam ex allatis causis amplius aer, seu fluidum elevatur; in laterales illico partes, ubi depressior est, effluere debet juxta legem omnibus fluidis peculiarem, effluendi scilicet sursum, deorsum lateraliter: tandem igitur suprema aeris superficies in sphæram componetur. Resp. Ex argumento sequi solummodo, aerem in suprema ejus superficie ab æquatore versus polos perenniter effluere, & dilabi; unde si alius semper in dilabentis locum non succederet aer; teneret argumentum: cum tamen causæ modo adductæ semper existant; eumdemmet effectum semper efficiunt: perenniter quidem à torrida versus Zonas temperatas effluet aer; in affluentis tamen locum etiam perenniter elevabitur, & prædictam atmosphæræ figuram conservabit.

140 Oppones secundo. Mercurius in Barometris ad majorem altitudinem sustinetur in regionibus polo proximioribus, quam prope æquatorem, ut ex observationibus Dom. *Richer*, & aliorum, quas alibi retulimus, plane constat: gravior igitur est versus polos, quam in Zona Torrida atmosphæra, & major aeris massa: erit igitur versus polos altior, versus æquatorem depressior atmosphæra. Resp. Admissis observationibus, quæ veræ sunt, nego consequentiam; Minor aeris gravitas in æquatore, quam

versus polos majorem, aut minorem elevationem atmosphæræ non probat; sed ex eo nascitur, quia vapores in regionibus extra Zonam Torridam sitis sunt crassiores, & magis densi, quam in Torrida ipsa; licet igitur aer sit in his regionibus depressior, majus tamen habet pondus. Adde, aerem circa æquatorem esse a Telluris centro remotiorem, quam juxta polos; alibi enim docuimus, eo minorem esse corporum gravitatem, quo magis a centro removeantur.

COROLLARIUM.

141 Ille aeris tractus, cui sol perpendiculariter incumbit, ob majorem, quem à sole recipit, calorem, & ortam ex calore raritatem, & levitatem, supra lateralem aerem attollitur, & vastum supra aerem efficit cumulum; cum autem Sol 24. horarum spatio revolutionem suam conficiat, aliique semper, & alii aeri, & regioni perpendiculariter respondeat, inde fiet, insignem aeris cumulum in Zona Torrida perpetuo solem comitari ab ortu in occasum, non quia aer cum sole deferatur, sed quia successive, & perpetuo alius & alius attollitur cumulus. Alias subinde supra aerem in suprema atmosphæræ superficie mutationes perpetuo evenire credimus; hic enim calore aliquo rarefactus, & elevatus, velut in montem assurgit, illic frigoris causa condensatus, & gravior in vallem deprimitur: figura igitur maxime irregulari terminabitur: hæc tamen sensibilem sphæricitatem non perturbant, ut de terrenis montibus, & vallibus, majorique ejusdem terræ in æquatore elevatione diximus, & demonstravimus.

ATMOSPHÆRÆ ALTITUDO.

142 Si eadem esset aeris inferioris, & superioris a telluris superficie ad supremum usque atmosphæræ densitas, & pondus; facillime illius altitudo elice-

re-

retur: Mercurii enim in Tubo Torricelliano, aut Barometro ad montis insignis, & notæ altitudinis radices, & supra summitatem observata diligenter suspensione, atque altitudine, ad quam suspensus hæret; altitudinum etiam differentiam dignoscimus; unde per regulam auream tota aeris altitudo sequenti analogia eruitur. Quoniam 2. digitos v. g. (mercurii scilicet altitudinum differentiam) columna aeris datæ montis altitudini æqualis, sustinet; ad 28 Mercurii digitos sustinendos quota aeris altitudo opus est?

Verum, ut superius jam probavimus, non eadem est aeris in diversis altitudinibus gravitas, & pondus; eo enim minor est pondus, quo minor est compressio, seu major elevatio; neque tamen certum est, qua proportione hujusmodi aeris gravitas, & pressio decrescat, ut inde institui possit calculus. Inferioris aeris pondus data opera, & periculo pluribus in montibus, atque vallibus diligentissime facto sæpius explorarunt *Cassinus*, *De la-Hyre*, *Picart*, *Bouguer*, & plures alii; neque tamen eorum calculi exacte sibi respondent; quod nequaquam mirandum; cum in delicatissimo negotio, quod a pluribus caussis physicis nondum satis notis pendet, facillimum sit a vero deflectere. Iuxta *Calsini* observationes 12. Hexapedis altitudinis aeris linea Mercurii respondet: *Phylippus De la-Hire* 10 solum hexapedas cum 5 pedibus lineæ æquiponderare observatione comperit.

143 Hoc postremum cum aeris gravitate specifica supra a nobis stabilita melius cohæret. Hujusce indagationis difficultas vel ex eo dignosci potest, quod unius lineæ descensio difficillime in Mercurio, & Barometro dignosci, & observari possit. Licet vero aer aeri incumbens, illumque premens, & ad majorem densitatem redigens in caussa sit, ut ab atmosphæræ summo ad terram usque aeris densitas, & gravitas continue, & gradatim crescat, quod est rationi, & experientiæ consonum; nihilominus aeri intra altitudinis semileucam existenti citra sensibilem errorem prædicta gravitas attribui potest,

ut *Caſſini*, *Maraldi*, *De-Chazelles* obſervationibus edocemur (*a*).

144 Ex his tamen patet, hac methodo non ſatis exacte atmoſphæræ altitudinem inveniri poſſe: poteſt tamen inſignium montium, Civitatum, & regionum ſupra Maris libellam, & ſuperficiem elevatio ſat occurate dignoſci. Duobus enim Barometris ſimilibus eodem tempore ſupra montem, aut intra Civitatem, & in Maris ſuperficie, vel loco alio, cujus elevatio ſupra Maris ſuperficiem ſit nota, Mercurii altitudines, earumque diſcrimina obſerventur; computatiſque ad ſingulas elevationis lineas 10. Hexapedis & addito inſuper ad primam lineam, ſeu 10. Hexapedas pede uno, duobus pedibus ad ſecundam, tribus ad tertiam &c. nullo negotio montis altitudo elicitur.

145 Alia methodo rem eamdem agreſſi ſunt Aſtronomi, ope ſcilicet refractionis, quam radii ſolares terreſtrem atmoſphæram ingredientes patiuntur; crepuſculumque matutinum, & veſpertinum efficiunt. Poſito enim infra Horizontem A B (*Fig.* 12) ſole S, ejus radii SC atmoſphæram ingreſſi ex variis, quas offendunt, atomis CF verſus ſpectatorem E refringuntur, & reflectuntur. Hujuſmodi refractione ſedulo inveſtigata, in atmoſphæræ altitudinem cognoſcendam Trigonometrico calculo pertingere contendunt; eum tamen prætermittimus; quia incertis aliquibus nititur principiis, neque hac methodo atmoſphæræ altitudinem exacte aſſequi poſſumus.

146 Hac tamen ratione, quam *Dela-Hyre*, & *Halley* (*b*) potiſſimum coluerunt, atmoſphæræ altitudinem ea, qua fieri potuit, induſtria ad 15, aut 16 leucas ſtatuerunt. In id fere omnes conveniunt, atmoſphæram pluſquam 6 leucas in altitudinem extendi, ad 15 aut 20 pertingere. Porro *Albazen*, & *Vitellio* (quibus fere conſentiunt *Clavius*, *Ticho*, *Longomontanus*, & *Cabæus*) milliaria Italica 51 (17 leucas

(a) *Mem. de l' Acad.* 1703 *a pag.* 229.
(b) *Mem. de l' Acad.* 1713 *pag.* 54.

cas) atmoſphæræ tribuunt (a). *Mariotte*, *Caſsinus*, *Picardus*, *Scheuchzerus* 20 leucas, aut 25; *Wolfius* denique 40 milliaria Italica; verum ipſe etiam *Caſſini*, & *Mairan* altitudinem atmoſphæræ ad 200, vel 300 leucas, & forſitan longe amplius extenſam poſuerunt. Mea opinione atmoſphæræ altitudo, ad quam terreſtres vapores, & exhalationes copioſe, & ſenſibiliter elevantur, ad 20 leucas præter propter adſtrui poteſt; licet craſſiores halitus, nubes v. g. ſemileucam a tellure ut plurimum non recedant.

ATMOSPHÆRÆ MUNERA.

147 Innumera pene ſunt, quæ terreſtris atmoſphæræ ope ab authore naturæ Deo accepta referimus beneficia; ſapienti ſcilicet conſilio magnam gravitantis aeris maſſam telluri circumpoſuit Deus, ut plurima inde in hominum vitam derivarentur commoda. Et primo quidem ſublata atmoſphæra, omnis Zona torrida eſſet penitus inhabitabilis, neque ullos aleret incolas; ardentiſſimis enim ſolis radiis ſemper ſubjecta, nulliſque vaporibus, ventis aut pluviis temperata in magnos ſemper hyatus dehiſcens tellus, ardentiſſimo æſtu conflagraret; at terreſtris atmoſphæræ beneficio temperatiſſimo Cælo perfruuntur quamplurimi earum regionum incolæ: hic enim pluviis, ventis, nubibus; nebulis alibi irrigatur tellus, Cælum obducitur, refrigeratur aer, & ardentiſſimo caloris æſtu mitigato mirabilis enaſcitur temperies.

148 Sublata etiam atmoſphæra, nulla eſſent matutina aut veſpertina crepuſcula, ut jam in Aſtronomia Phyſica demonſtravimus, quo Lectorem remittimus, ne illic expoſita in hunc locum transferibamus. Quin etiam atmoſphæræ acceptum referre debemus, quod per immenſum oceanum innumeris periculis ſuperatis hinc ad remotiſſima orbis littora transfretemus; nullus ſit in tellure angulus, ad

(a) *Vide Ricciol. Almag. l. 1 c. 31.*

ad quem navigia apellere non possint, plurefque hominum nationes in unam velut familiam mutui commercii causa uniantur, & non levia inde lucra homines reportent: atmosphæra enim sublata, nulli essent venti, necessarium navigationis subsidium.

149 Mirabilis etiam illa temporum, & stationum diversis in locis, immo & in eadem regione varietas, diversaque climatum temperies magnam partem atmosphæræ debentur. Agrorum tandem fertilitas ab eodem etiam principio potissimum derivatur: ecquam enim in terris fertilitatem experirentur agricolæ, nisi copiosi de Cælo imbres, rores, nives, aura serotina, & plurima alia, quæ statim explicabimus, metheora terram identidem fæcundarent, & colonorum spem alerent. Quid quod a plurimis etiam infirmitatibus ambientis aeris, seu atmosphæræ beneficio liberamur, firmam valetudinem servamus incolumes; prudentique medicorum fere omnium consilio pluribus subinde ægrotis ad recuperandum sanitatem remedium injungitur, quod solum vertant, saniorem quærant aerem, patriam revisant &c. Plurima alia ejusdem farinæ phænomena inferius explicabuntur.

DE METHEORIS,

SEU
DE IIS, QUÆ IN ATMOSPHÆRA TERRESTRI VISUNTUR

PHÆNOMENIS.

150 Pulcherrimum, & jucundissimum particularis Physicæ tractatum, Μετεωρῶν scilicet Græce, sublimium latine phænomenorum, seu effectuum discussionem aggredimur; in qua & jucunda, & utilia, & scitu necessaria occurrent plurima. *Metheora* aut vera sunt, aut solumodo apparentia; posteriora hæc emphatica etiam nuncupata, sunt *Iris*,

Par-

Parbelia, *Halones*, & alia inferius exponenda: primi generis phænomena sublimia in triplici sunt differentia; vel enim sunt *aerea*, vel *ignea*, vel *aquea*. Omnia ordine explicabimus. Cum autem hæc omnia intra terrestrem atmosphæram celebrentur, & existant phænomena; ea omnia in hoc loco explicare, postquam scilicet Aeris, & terrestris atmosphæræ naturam exposuimus, rerum ipsarum ordo videtur postulare. Sit igitur.

LECTIO V.

De Ventorum Natura, nomine, numero, Historia, causis, directione, motu, & qualitatibus.

DEFINITIO.

151 Ventus est atmosphæræ partis, seu aeris de loco in locum translatio sensibilis. Id & nomine significamus, & facile experitur quisquis Vento agitatur. Ut ventorum directiones, numerum, & id genus alia dignoscere possis, te ipsum in telluris superficie, & in horizontis centro locatum finge, omnemque horizontis circumferentiam circumspecta, ut Ventos ex eorum directione dignoscas.

DEFINITIO.

152 Ventorum directio multiplex: alii enim, & potissimum, ab uno ad aliud horizontis punctum, puta a Septentrione ad austrum v. g. diriguntur, & horizontales nuncupantur, de quibus præcipue sermo est: alii a tellure sursum erumpunt, & spirant perpendiculariter ad horizontem; alii item oblique: alii denique ab aere deorsum perpendiculariter, vel oblique spirant, rariores tamen sunt. Horizontales Ventos prosequamur.

DE-

DEFINITIO.

153 Totidem numerari possunt venti, quot in horizonte sunt diversa puncta; ne tamen multitudine obruamur, quatuor primum distinguimus Ventos & Cardinales nuncupamus, propterea quod e 4 præcipuis horizontis plagis *Septentrione*, *Meridie*, *Oriente*, *Occidente* spirant; & barbaris quidem vocabulis, in toto tamen oceano a Nautis admissis, & usitatis apellantur *Nord*, *Sud*, *Est*, *Ovest*. Per quadrantem integrum singuli a se invicem distant, & horizontem in quatuor æquales partes dividunt. Latina ventorum nomina, & Germanica alia, seu barbara e regione posita, quibus nautæ potissimum in oceano utuntur, in subjecto Schemate habes: ordine autem ab *Oriente Est* versus *Austrum Sud* progrediuntur (*).

CARDINALES, ET COLLATERALES. NOMINA.

Sexdecim alios intermedios Ventos vide in Figura. (Fig. 13.)

Latina.	*Germanica.*	OCTO INTERMEDII PRÆCIPUI.
Subsolanus	Est	
Eurus	Sud-est	
Notus, seu Auster	Sud	
Africus	Sud-ovest	Est-sud est
Zephyrus	Ovest	Sud-sud est
Caurus, seu Corus	Nord-ovest	Sud-sud ovest
Boreas	Nord	Ovest-sud ovest
Cæcias	Nord-est	Ovest-nord ovest
		Nord-nord ovest
		Nord-nord est
		Est-nord est)

In

(*) *Desunt tamen plurima nomina latina, imo & aliqua a nobis adhibita non satis nostræ ventorum divisioni respondent: propterea quod Romanorum tempore, & pauciores ventos distinguebant, & aliam eorum divisionem statuebant, ut videre est apud A. Gellium l. 2. c. 62.*

In Mari tamen Mediterraneo alia nomina iisdem Ventis tribuuntur, quorum initiales litteras demonstrat figura.

T. Tramontana	Nord.	G. T.	Greco-tramontana
L. Levante	Est.	G. L.	Greco-levante
O. Ostro	Sud.	S. L.	Sirocco-levante
P. Ponente	Ovest.	S. O.	Sirocco-ostro
G. Greco	Nord est.	L. O.	Garbino-ostro
S. Sirocco	Sud est.	L. P.	Garbino-ponente
L. Garbino	Sud ovest.	M. P.	Maestro-ponente
M. Maestro	Nord ovest.	M. T.	Maestro-tramont.

(*Fig.* 14)

DEFINITIO.

184 Horizontales Ventos *Strabo* omnino statuebat 6; 10 *Aristoteles*, *Varro* 12; Vitruvius, *Kircherus*, & post eum omnes Europæ nationes 32 (*a*): quorum primi quatuor, & præcipui *Cardinales*, quatuor alii, etiam præcipui *Collaterales* apellantur, propterea quod inter *Cardinales* pari a singulis distantia constituuntur; desumptoque ab iis, inter quos existunt, vocabulo nuncupantur *Nord-est*, *Nord-ovest*, *Sud-est*, *Sud-ovest*. Octo, qui sequuntur, venti inter cardinalem, & collateralem interpositi, ab eorum, quibus adstant, nominibus peculiare, & barbarum vocabulum derivant: dicimus *Nord-nord-est*, qui inter *Nord-est* & *Nord* intercipitur. Sexdecim tandem arcubus inter sexdecim recensitos ventos æqualiter divisis, sexdecim alii enascuntur, ut in Rosa Nautica videre est: eorum autem nomina maxime barbara ex nomine venti cardinalis, & collateralis addita voce *quart* componuntur, v. g. *Nord-quart-de nord-est* eum dicimus ventum, qui ex *Nord* ad *Nord-est* progredienti primum occurrit.

DE-

(*a*) *Almages. l.* 2 *part.* 6.

DEFINITIO.

155 Venti *perennes* sunt ii qui in aliqua regione ab eadem plaga semper spirant, cujusmodi est ventus in Zona torrida ab oriente semper spirans: venti *Periodici* ii nuncupantur, qui certa temporis statione in aliquo loco à certa plaga stato dierum aut mensium numero spirant, quo elapso penitus cessant, quoad anno, aut periodo revoluta, stato iterum tempore spirant, Horum celeberrimi sunt *Etesiæ* in mari Jonio, Græciæ littora alluente, quæ a Canicuiæ initio per 40 dies tribus horis ab ortu solis numeratis dietim solummodo spirabant.

156 Venti *Generales* sunt, qui per magnum plurimarum Provinciarum, regionum, aut regnorum numerum ab eadem cæli plaga spirant. *Provinciales*, qui in certo solum regno, aut Provincia regnant. *Regulares* sunt, qui certo tempore, & directione efflant. *Irregulares*, seu *liberi*, qui plagam determinatam, aut tempus non servant, sed & directionem subinde mutant, & incerto tempore durant.

157 Quod ad ventorum historiam spectat, neque omnia, neque nulla attingenda: neutrum enim præscripta operis ratio, & limites paterentur. Qui exactam, & amænam ventorum historiam scire velit, adeat *Varenium* (*a*) & *Dampierium* (*b*), à quibus selectiora transcripsit *Muschenbroek* (*c*): ex his, & aliis præcipue autem ex Lusitanorum Nautarum diariis, relationibus, & experimentis pauca accipe. Primo in Zona Torrida ventus ab oriente in occidentem perpetuo spirat, atque ad 30 latitudinis gradus extenditur; & hinc difficilius ab Europa in Indiam orientalem, quam ab India in Europam navigatur. Secundo alii etiam inter tropicos perennes sentiuntur venti *Nod est*, *Sud est*, Tertio extra tropicos

(a) *In Geographia*.
(b) *Traitè des vents*.
(c) *Elem. Physicæ cap*. 41.

picos, à gradu scilicet latitudinis 23 ad 40 usque, ventum ab occidente spirantem fere semper experiuntur nautæ. Unde qui è Brasilia, Nova Hispania, aliisve Americæ regionibus australibus in Europam solvunt, extra tropicos se subducunt, ut facilius in Europam appellant.

158 Quarto. Celebres sunt in India, & Arabia venti periodici, quos *Moussons* Galli, & Batavi, *Monçoens* Lusitani appellant; hyberno autem tempore ab una; æstivo ab altera, & diametraliter opposita plaga efflant; primo scilicet a punctis inter Boream, & Eurum, seu *Nord*, & *Est*; secundo autem a punctis inter *Sud*, & *Ouest*, seu Meridiem, & Zephyrum spirant. Quinto per universa Peruani imperii littora, 700 & amplius leucas protensa, ab austro tantummodo spirat ventus toto anno. Sexto per omnem Europam sunt venti maxime variabiles, & incerti. Septimo in oceano, seu freto inter Sinam & Japponiam sito frequentissimi sunt *Typhones*; qui á parva nubecula, quæ sensim, & brevissime augetur, & totum occupat horizontem, incipiunt, & sursum deorsum hac illac versus omnem plagam, & turbine etiam facto, simul diriguntur.

Octavo. Ad *Bonæ spei* etiam promontorium ejusdem fere generis typhones experiuntur Nautæ. Nono tandem celeberrimæ sunt apud Græcos *Etesiæ*, periodici, & provinciales venti, quos supra retulimus. His animadversis, & per summa capita indicatis, ad alia descendamus.

PROPOSITIO XVIII.

159 *Causa ventorum Generalium in Zona Torrida spirantium non est telluris vertigo, ut aliqui sibi persuasum habuerunt.*

Probatur. Si a telluris vertigine proveniret, in omnibus regionibus, & Zonis ab ortu in occasum spiraret, ac proinde non esset torridæ Zonæ peculiare phænomenum; cum enim omnis terra in præfata hypothesi circa suum axem in Orientem revolvatur; per omnem telluris superficiem ventus contraria directione spiraret.

Se-

Secundo. In hypotheſi terræ motæ etiam aer, & tota atmoſphæra eodem temporis ſpatio una cum tellure circumvolvitur, ut ſuperius explicavimus: nullus igitur ab eo motu ventus oriretur, ad eum modum, quo vector intra navim una cum aere delatus nullum ab aere ſecum delato ventum experitur.

Tertio. Ejuſmodi ventus 10 tantum pedes ſingulis minutis ſecundis conficit; at tellus, ſeu locus ſub æquatore diurna vertigine latus 1423 pedes eodem tempore conficit. Enormis autem hæc celeritas ſupradicto vento competeret, ſi ab ea cauſa proveniret.

PROPOSITIO XIX.

160 *Non una eſt omnium ventorum cauſa; ſed ex pluribus progignuntur, quarum notiſſimæ ſunt ſequentes: Primo. Ventorum Generalium cauſa eſt ſol; aliorum calor, frigus, cryptæ ſubterraneæ, nivium ſeptentrionalium, & auſtralium ſolutio, fermentationes ſubterraneæ, marinæ, aereæ vero potiſſimum: Et tandem naturalis electriciſmus.*

Explicantur, & probantur hæc omnia. Sol intra tropicos ſemper ab Ortu in occaſum ſeſe revolvens infra ſtantem aerem in Zona torrida, cui perpendiculariter incumbit, perpetuo & ſucceſſive in occaſum ſemper progrediens, calefacit, dilatat, & magnopere rarefacit; aer quem ſol a tergo verſus orientem relinquit, abſente ſole in priſtinum frigus, denſitatem, & gravitatem reſtitutus, pondere ſuo verſus occidentem, aerem ſcilicet ſoli reſpondentem rariorem, & minus inde reſiſtentem illabitur, & ſucceſſive alius & alius ſemper irruit, atque generalem efficit ventum. Generaliter enim ventus ex rupto aeris æquilibrio provenit, in eamque plagam dirigitur, ubi minor eſt aeris reſiſtentia, quæ ex multiplici capite imminuitur. Aer etiam calore rareſcens in occidentalem aerem, dum adhuc neque caleſcit, neque rareſcit, minuſque proinde reſiſtit, ſucceſſive ſemper irruit.

161 Aliorum ventorum cauſæ ad multiplex reducuntur caput, & partim intra terram, partim in aere, par-

partim supra aerem existunt, & primo quidem intra terram plurimæ, & frequentissimæ fiunt multiplicis generis fermentationes, quæ partim ex caloribus, & ignibus subterraneis per immensas voragines, & canalium mæandros hac illac transcurrentibus, plurimasque secum diversarum materiarum halitus, & particulas adferentibus proveniunt, partim ex plurimorum multiplicis generis corpusculorum permixtione enascuntur. Ex hisce fermentationibus terrestria corpora incalescentia plurimam exhalationum copiam violenter in aerem perpendiculariter, aut oblique projiciunt; quarum violento motu, & calore aer, quem offendunt, movetur, calescit, rarefit, elaterio dilatatur, & ventum efficit multiplici directione varium.

162 Secundo. Tellus etiam intra ejus profunditatem, & prope superficiem innumeris cavernis, lacubus subterraneis, voraginibus, lebetibus, cryptis scatet, & perforata est, quæ per spiramenta quædam, fatiscentes terræ meatus, & scissuras externo aeri communicant; eaumque plurimæ subterraneis aquis, multiplicique vaporum, & liquorum genere implentur; fermentatione igitur, & subterranei ignis ope hujusmodi liquores incalescunt, in vapores resolvuntur, & per angustos, multiplices tamen canales magna vi in aerem rectà, aut oblique erumpunt, ad æolipilæ modum, cujus beneficio ventum etiam pro instrumenti, & liquoris tenuitate satis validum efficimus; non exiguam igitur ventorum vim, seu impetum ex naturalibus hisce, & immensis æolipilis erumpere necesse est.

163 Subterranea etiam sunt quamplurima flumina magno interdum impetu quibusdam in locis transfluentia, & præcipiti lapsu ex alto cadentia; aerem hæc per eorum canales existentem maxime commovent, agitant, & sursum per fatiscentis terræ fissuras, & spiracula propellunt. Relatis modo causis ii venti adscribendi sunt, qui è mari, lacubus, fluviis, & terra plerumque erumpunt, de quorum existentia & numero plena sunt historicorum, & observatorum monumenta. Id enim de *Senta* in Dalmatia,

& de rupe in Cyrenaica provincia refert Plinius (a). De quibusdam cavernis in *Danbigasa* Britanniæ comitatu, ventum ita vehementem erumpere, ut vestes dejiciat, & secum deferat, author est *Gilbertus*. Similia plurima de Neapolitano Regno, Germania, Polonia, Catalaunia, de Sveciæ lacubus, oceano Sinensi referunt alii apud *Muschembroek* (b) Cælo etiam, & aere sereno, tranquillo mari, subsidentibus fluctibus insignis interdum in Oceani aqua effervescentia observatur, quam plurimarum exhalationum sensibilis evaporatio subsequitur, quæ in vehementem tempestatem degenerat; ut oculatus testis refert *Fienus* apud Regnault (c). Neque aliam habent causam Typhones, insigne scilicet, & infame in Indico Oceano tempestatum genus. Thyphones enim tepor quidam, & sensibilis aquarum effervescentia, summa etiam hyeme, & sulphuris odor præcedit, ut factæ in locis observationes testantur (d).

164 Tertio. Multiplices etiam in aere ipso, & atmosphæra vaporum, & exhalationum fermentationes fiunt; nubes enim, vapores, exhalationes eamdem habent naturam, ac ea fluida e quibus exhalantur; plurima autem sunt fluida, quæ, licet antea sensibiliter essent frigida, inter se commixta fermentantur, incalescunt, fervent, & in vapores, ac fumos resolvuntur. Nubes, vapores, exhalationes cum multiplici alio halitum genere intra aerem fermentatæ sese, & aerem, quo innatant, insigniter dilatant; maximam acquirunt elasticitatem; unde in circumstantem aerem irruentes, eum maxime commovent, propellunt, ventumque efficiunt. Ventus hujusmodi multiplici directione moveri potest, sed versus eam partem irruet, qua apti ad novas, & successivas fermentationes existant halitus: in rupes tamen aliquando incurrens

(a) *Hist. nat. l. 2. c. 45.*
(b) *Elem. Phys. cap. 41.*
(c) *Entret. Physiq. t. 4. letre 2.*
(d) *Mem. de l'Acad. 1687. p. 261.*

rens, in montes, saxa, & hujusmodi alia, per aliam reflectit viam.

165 Qua t..., superiores aliquando atmosphæræ partes calore olis aut fermentatione rarefactæ, altiusque elevatæ vel in circumstantem aerem irruunt, vel succedente frigore condensatæ deorsum prolabuntur, & ventum creant. Neque etiam negare possumus, nubes aliquando frigore contractas, & majorem gravitatem adeptas deorsum cadere, & inferiorem aerem commovere: unde frequenter enascuntur procellæ, & periculosæ tempestates, quas Nautæ periculo suo edocti persentiscunt, & a parva quadam, ac plurimum elevata nubecula prædicunt.

166 Quinto. Immensa etiam nivium vis, & copia, quibus septentrionalium, & australium regionum montes, & integræ regiones obducuntur, ventorum causa existit; dum enim nives calescunt, & solvuntur, elasticæ particulæ intra nivem prius obductæ, detentæ, & impeditæ e nivium, & gelu carceribus liberatæ propria elasticitate maxime hac illac dilatantur, & versus eam potissimum partem erumpunt, & aerem vehementer commovent, ventumque creant, qua major est ipsius aeris raritas, & resistentia minor, ac proinde versus solem semper tendunt.

Habes quæ circa generales ventorum causas communiter afferuntur, & a Philosophis ratione & experientia probantur. Plurima tamen alia consideranda sunt, ut peculiarium ventorum origo, natura qualitates, periodus, & vires æstimentur: peculiaris scilicet loci, & circumpositarum regionum situs, clima, temperies, montium, & vallium & eorumdemque locorum dispositio, altitudo, plurima id genus alia, quorum partem summis labiis hic attingimus. Quod si allatæ ventorum causæ penitus non satisfaciant, id humanæ mentis, & scientiæ imbecillitati, atque imperfectioni, argumentique hujusce difficultati referendum est; memineris enim, *Ventos ex thesauris suis Deum educere* (a): quo

 &

(a) *Jerem. cap.* 10. *v.* 13.

fatis innuitur difficillimum esse, ventorum causas, & naturam perscrutari.

167 Postremam, quam diximus, causam, naturalem scilicet electricitatem non parum etiam in ventos influere, non levibus conjecturis mihi persuadeo: Hujusmodi autem sunt vis ipsiusmet vaporis electrici & electricorum phænomenorum indoles: ipsa scilicet materia ab uno in aliud corpus, aut locum fluens flatum per se se efficit; tenuissimum quidem, dum illa etiam est valde debilis, qualem arte excitamus; intensissima igitur illa naturalis electricitas in atmosphæra, & globo telluris existens, & inibi sæpissime excitata, viribusque suis fulmina, tonitrus, terræmotus, & hujusmodi alia phænomena edens, ventum infinite fere vehementiorem, hoc est, eos ventos, quos in atmosphæra experimur, efficere poterit. Secundo. Materia electrica aeri magnopere resistit, eumque propellit, cum ipsa excitatur, & in corpore, locove aliquo accumulatur: citissime etiam ab uno ad alium locum movetur, & si per aerem sibi viam faciat, illum protrudit: ad immensam pene vaporis electrici vim in atmosphæra, & globo esse; plurimis de causis inibi alterari, accumulari, ab uno ad alium locum transvolare, a tellure ad aerem, & vicissim omni plane directionum genere transfluere, atque explodi, res sunt de quibus post tot ejus argumenti experimenta dubitare amplius non licet: ex his autem omnibus consequens est, aerem multiplici ratione viribus, atque directione ab electrica materia agitari, protrudi & moveri; quod ipsum est, ventos efficere. Tertio. Cum vix ullum in atmosphæra sit metheoron, in quod electricitas non influat, ut ex toto hoc tractatu palam fiet, aliaque ex parte ventorum phænomena electricæ materiæ genio sint plane conformia, eaque generentur, ubi præsens semper est vis electrica, ubi densissima existit, & sæpissimæ alteratur: in eam, tamquam in præcipuam causam, venti etiam sunt referendi. Hæc tum plane intelligentur, cum omnia de electricitate inferius dicenda rite intelligantur.

168

I.

168 Alius aliquando ventus in telluris ſuperficie, alius & penitus contrarius in nubium regione ſpirat; pro diverſa ſcilicet eorum cauſa, origine, & directionis principio. Eam porro ventorum varietatem & ex eo, quem prope nos ſentimus, & ex oppoſito nubium tranſcurſu ſæpe dignoſcimus; cauſa ſcilicet ſuperiorem ventum creans, eſt ad auſtrum v. g. ut ventus, & nubes in ſeptentrionem moveantur; dum e contrario cauſa terreſtris venti ad boream exiſtens nos verſus auſtrum propellit.

II.

169 Multoties etiam fit, ut ventus vento opponatur; immo plures ex diverſis mundi plagis ſibi invicem magis vel minus directe adverſentur, & occurrant. Quo in caſu plurima enaſci poſſunt phænomena: Primo enim uterque ventus aliquantulum infringitur; validior tamen debiliorem vel penitus deſtruit, ejuſque cauſam ſecum alio defert, vel aliam directionem aſſumere compellit. Secundo. Plurimi inde naſcuntur violentiſſimi turbines, & periculoſi vortices, vernaculo nomine *redemoinhos de vento* Si enim ventus vento ex adverſo occurrens, quaſi per latus elabatur, intermedius aer duplici directione accepta in turbinem, ſeu vertiginem revolvitur.

III.

170 Per tota Peruani regni littora 700 & amplices leucas extenſa unus ſemper ſpirat ventus ab auſtro, e mari ſcilicet pacifico in meridionalis Americæ continentem; cujus cauſa ea eſſe videtur, quod longiſſimus ille continentis Americæ tractus intra Zonam Torridam jacens, calore ſemper æſtuet, aeremque rarefaciat; aer igitur auſtrali polo vicinior, frigore magis condenſatur; graviorque inde effectus in Peruanum aerem perpetuo irruit, & pe-

rennem ventum creat: Id ex eo non leviter confirmari etiam videtur, quod iis in littoribus per 10, aut 20 leucas in mediterranea extensis, numquam post hominum memoriam pluere Cælum observatum sit; regionis scilicet, & aeris calor ab arenoso littore per radiorum solarium reflexionem intensior, vapores, & nubes in pluviam numquam condensari, & resolvi permittit.

I V.

171 Plurimis in locis ad solis ortum lenis multoties ab oriente spirat aer: qui in eamdem causam referri debet, ac generalis Zonæ Torridæ ventus. Græcorum *Etesiæ*, quæ æstivo tempore in Græciæ littoribus regnant, e septentrionalium nivium resolutione pendere videntur: interea enim sol Tropicum Cancri percurrens, septentrionales regiones, quarum plurimis per aliquot dies, septimanas, menses non occidit, magnopere calefacit, immensamque nivium copiam, quibus erant obductæ, resolvit. Cur tamen, inquis, in aliis regionibus septentrionalibus ejusdem, ac Græcia, climatis & latitudinis, non idem regnat ventus? Resp. Id ex peculiari Græciæ ad septentrionales regiones situ pendet. Alius hyberno tempore in Græciam ab austro spirat ventus, quem dicunt *Chelidonium*, qui ex simili etiam causa provenit; sol enim Tropicum capricorni eo tempore percurrens in australis Africæ montibus Monomotapæ, quæ Græciæ opponitur, nives resolvit.

V.

172 Intra tropicos spirant frequenter *Nord-est*, *Sud-ovest*: propterea quod sol versus Tropicos intensiorem efficit calorem, cum diutius supra Horizontem immoratur; unde versus æquatorem oblique spirat ventus. In oceano Athlantico a Tropico usque ad 40 latitudinis gradus ab occidente in orientem recurrit ventus; subsolanus enim, eurus, & cæcias in altissimas Americæ rupes, & montes impacti

pacti in orientalem plagam regrediuntur, navibusque ab America in Europam vela facientibus maxime favent.

VI.

173 Periodici venti per Indicum mare spirantes ex relatis etiam pendent caussis. Idem dicendum de ventis procellosis, quorum præcipui sunt *Ecnephias*, *Turbo*, *Prester*, *Exhidria*. Est autem *Ecnephias* ventus magno, & repentino cum impetu è nube erumpens. Eum experientia edocti prædicunt nautæ ex parva quadam, & subnigra nube, quæ sensim crescit, & dilatatur: illa eminus visa, illico vela colligunt, & mala, si licet, demittunt; brevissime enim navigium vehementissima, & periculosa procella impetitur. Frequentiores sunt *Ecnephiæ* circa *Bonæ spei* promontorium, in oceano inter Guineam, & Brasiliam, nec non in mari æthiopico.

174 *Turbo* est ventus magno cum impetu in orbem actus, & vertiginoso motu concitatissime gyrans; corpora, quæ offendit, in orbem impellit, agitat, attollit; arbores eradicat, & sursum elevat; cujus caussam superius jam attigimus. Quod si ex aere hujusmodi, vortice, & turbine flamma, seu inflammatæ scintillationes evibrentur; ejusmodi vorticosus ventus dicitur *Præster*: ea autem flamma e vortice erumpens a plurimis exhalationibus sulphureis, nitrosis, bituminosis nascitur, quæ agitatæ, & secum ipsis permixtæ fermentantur, in flammam accenduntur, scintillant. Hoc modo phænomenon explicatur communiter; potius tamen crediderim id purum putum electricitatis effectum: cum multa alia his similia arte obtineamus ope materiæ electricæ. Ex turbine enim magna oritur frictio: frictione autem corporis origine electrici ignis electricus excitatur, & accumulatur: hinc igitur scintillæ. Ex adverso autem, si nubes in vorticem acta plurimis sit aqueis vaporibus onusta, qui revoluta celeriter nube addensentur, & in aquam solvantur, ut magna ex turbine aquarum, seu pluviæ copia enascatur, *Ex-*

hydria nuncupatur, & ex indicata modo causa originem ducit.

Ventorum celeritas, qualitates, & utilitas.

175 Alii aliis velociores, & vehementiores sunt venti, ut quotidiana nos docet experientia. Neque etiam ventus eadem semper vi, & velocitate, aut continuato velocitatis tenore spirat: quin immo rarissimus erit ventus, cujus velocitas ad singula fere minuta non varietur, imminuatur, interrumpatur, & viribus iterum assumptis spiret. Venti aliqui sunt vehementiores, qui magnas, & plurimas provincias percurrunt; Britanniam aliqui, totam Germaniam, Helvetios, & finitimas alias regiones *Schevchzero*, & *Derhamo* observantibus percurrerunt.

176 Venti violentissimi, & velocissimi singulis minutis secundis 66 pedes conficiunt; 45 milliaria Britanica intra horam percurrunt; hujusmodi venti omnium maxime procellosi, arbores eradicant, integras sternunt sylvas; domos evertunt, & multa alia damna similia hominibus inferunt. Hæc ventorum celeritas, & vis plurimum minuitur, & infringitur ob venti ipsius in montes, rupes, saxa, domos, arbores & contrarios etiam ventos incursum.

177 Ventorum qualitates sunt eædemmet, quas habet aer earum regionum, è quibus spirat, & excurrit ventus, aut per quas transcurrit, & transgreditur. Venti enim exhalationes, vapores, & omnia corpuscula, ex quibus atmosphæra componitur, ab aliis in alias regiones transferunt, earum proinde qualitatibus sunt præditi; easque loca, per quæ transeunt, experiuntur. In Lusitania v. g. subsolano spirante plurima e Castilia, Legione, & reliqua Hispania, immo & e Gallia ad nos perveniunt corpuscula, halitus, atomi. Contra si ab austro spiret ventus, multiplex ab Africa, & Gaditano freto vaporum copia advenit. Plurimæ hinc ventorum qualitates, & accidentia oriuntur; alii enim sicci, humidi: calorem aliqui secum trahunt, frigiditatem alii

alii: mortiferi hac ex parte, salubres ex alia spirant.

178 Hinc etiam notandum, ventos qui quibusdam regionibus sunt frigidi, calorem aliis afferre: ex qua parte nobis spirat ventus humidus, siccum alii experiuntur; ad quæ dignoscenda attendendæ in primis sunt circumpositæ regiones, & loca; sint ne gelu, aut nive coopertæ; an potius ferventi æstu, & ardenti sole inflammentur; per spatiosum oceanum, an potius per continentem trajiciant venti.

179 In Lusitania degentibus siccus maxime est ventus subsolanus, quem vernaculo idiomate *Castelhano* appellamus: propterea quod è Castilia, & Legione spirans, per longumque terrarum tractum excurrens siccos, & terrestres halitus secum affert: est etiam ipse ventus æstate calidissimus, hyeme autem frigidissimus: æstate siquidem plurimas secum exhalationes in nos adducit; per hyemem autem nitrosos spiritus, frigoris causam & comites, quibus Pyrinei montes, & cetera Hispaniæ loca abundant, secum affert.

Venti Septentrionales nobis sunt sicci, & frigidi; ex septentrionalibus siquidem regionibus gelu per majorem anni partem rigentibus spirant. Deinde per longum continentis tractum transcurrunt, & siccitatem inde contrahunt. Hinc est, quod spirante Borea nubes illico e nostro Cælo dispareant, & dissipentur; humida quæque corpora, paludes, & id genus alia exsiccantur; neque, nisi rarissime, ejusmodi flante Vento Cælum nostrum pluit. Quin immo ejusmodi etiam pluvia casu tantummodo septentrionali vento referri potest; quatenus scilicet australis ventus plurimam secum humiditatem deferens, & ob causam aliquam ad nos reflexus, pluviam nobis restituit.

180 Deinde boreas pluviam, & vapores aqueos, quos in via offendit ab austro adductos, multoties quidem attenuat, in aerem sursum attollit, dispergit; aliquando tamen horizontem pene totum verrens universam nubium, & vaporum massam alio transfert, & in pluviam resolvit. Æstate dum fervestio-

tiorem experimur calorem, boream maxime expectamus, & desideramus; eo enim flante, minuitur æstus, calor, & aer temperatur, refrigerantur corpora, vitalemque spiramus aerem.

181 Ex adverso autem auster, & zephyrus nobis sunt humidi, & calidi, seu temperati; propterea quod e Gaditano freto, & vastissimo Africæ continenti primus, ab oceano Athlantico, qui nostra Lusitaniæ littora alluit, spirat secundus. Hyberno tempore potissimum regnant; sæpe tamen æstate magnam nobis pluviæ copiam afferunt, qua non modicam terris fertilitatem impertiunt.

182 Alii item venti sunt male sani; alii ex adverso valetudinem maxime adjuvant, & amissam restituunt, suntque propterea maxime salubres. Plurima siquidem sunt loca aere male sano prædita; ejusmodi sunt paludosa loca, & similia alia; aliæ item sunt regiones, quæ aere nocivo, vaporibus scilicet pestilentibus abundant; ventus igitur ab iis regionibus spirans, & plurimam prædictorum halituum copiam deferens, iis omnibus qualitatibus afficitur, quæ prædictas regiones infamant, & inficiunt.

183 Quod ad ventorum utilitates attinet, clariora ea sunt, quam ut in iis fuse recensendis immorari necesse sit. Si enim oculos, & animum vel leviter intendamus; obvia passim occurrunt exempla, & argumenta, quibus de maxima ventorum utilitate, & necessitate convincimur. Omnis scilicet ars nautica vento deficiente corrueret, & institutum in tot longinquas nationes commercium maximo totius humani generis damno cessaret. Plurimæ item machinæ vento agitantur; sata crescunt, in areis frumenta ventilantur, imbres, pluviæ, nubes adducuntur, per varias regiones maxime siccas disperguntur, e quibus tota telluris fertilitas, arborum incrementa, fructuum, & satorum maturitas maxime pendent. Aer etiam novus, & salubrior quotidie in alterius male sani locum succedit, quo pacto a contagiosis morbis liberamur; nisi enim frequenter renovaretur aer, sensim pigresceret

ceret, corrumperetur, & plurimarum ægritudinum scaturigo existeret. Plurima alia recensere prætermitto, cum obvia passim in oculos incurrant.

LECTIO VI.

De Veris Metheoris igneis, Fulgure scilicet, Tonitru &c.

DEFINITIO.

184 MUltiplicia etiam sunt metheora ignea; quæ ad duo tamen capita reduci possunt; Alia scilicet sunt *vera*, & *realia*; alia *Emphatica*, & *apparentia*. De prioribus modo, posteriora statim expediam. Vera ignita metheora sunt *Fulgur*, *aurora borealis*, *stellæ cadentes*, *Capreæ saltantes*, *Castor*, & *Pollux*, *Helena*, *ignis lambens*, *fatuus*, *pyramis*, *columna*, *draco*, *trabs*, *clypeus*. Fulgur, fulmen, & tonitrus tria sunt & nomina, & phænomena, seu effectus, qui ab eodem principio oriuntur, atque simul, ut plurimum, eduntur & apparent. Nubilo per æstatem Cælo coruscationem sæpe e nubibus displosam animadvertimus, strepitum, & continuatum murmur audimus, stragem alicubi editam experimur.

Repentinam eam coruscationem, & scintillationem dicimus *fulgur*: factum intra nubem, aut in aere strepitum, & murmur, *tonitrum* nuncupamus: eam vero coruscantem, seu inflammatam materiam, qualiscumque sit, secutæ stragis causam, una & stragem ipsam *Fulmen* apellamus. Tria hæc confundunt aliqui, sed natura, & communis hominum sensus distinguit.

185 Nubilo Cælo per æstatem potissimum plurimas in nubibus coruscationes animadvertimus, hoc est, repentinas, diversimode interruptas & aliquando etiam continuas, citissime & fere instantanee hinc inde apparenter saltem decurrentes; de-

orsum

orsum plerumque, recte aut oblique, & lateraliter versus omnes partes in ictu oculi longum aeris tractum percurrere videntur, via fere semper tortuosa, & maxime irregulari: nonnumquam simul in diversis locis interruptis, repetitis aliquando vicibus accenduntur, & quasi per saltus discurrunt; multoties etiam in serpentis modum variis ductibus in oculi ictu discurrit, seu apparet, & transvolat scintillatio. Quæ e nube erumpunt coruscationes, ad terram raro pertineunt, sed in aere dissipantur, evanescunt, & extinguuntur. Majorem etiam coruscationum partem e nube sursum dirigi observavit Lozeran oculatus testis, qui supra Montes Carpathios existens infernam tempestatem desuper observabat (a). Si prope observatorem sit tempestuosa nubes, visa coruscatione simul auditur murmur: si sensibiliter existat remota; tonitrum præcedit coruscatio.

186 *Christiano Wolfio* apud *I. Kbell* referente (b), dum quidam pistor Uratislaviæ fornacem nimium accendisset neque satis occluderet spiracula; flamma per os fornacis repente erupit, mediam pistoris barbam transiens adussit, ligna e regione posita corripuit, inflammavit, hominem proxime stantem ad aliquot ulnarum distantiam eo cum fragore abjecit, ut bene firmi ædificii parietes in prima etiam contignatione succuterentur; in altera vero velut displosi scloperi fragor insonuit; globus ignis, tota pistrina percursa, uno aut duobus parietibus diffissis, facto que foramine, quod caput humanum caperet, in subterraneum cubiculum sibi viam aperuit: unde in pistrinam reversus, tanta vi in fenestram impegit, ut vitra in portam 25 passibus distantem infigerentur: liberum tandem nactus aerem globus, tamquam ignea pluvia dispersus, evanuit. Phænomenon non absimile refert *Hoffmanus* apud eumdem *Kbell*.

187

(a) *Recueil des Differt. &c.*
(b) *Phys. t. 2 disp. 2 art. 1.*

187 Liceat etiam ex Academiæ Bononiensis comentariis unam, aut alteram observationem alienis verbis conceptam in hunc locum transcribere. = Die 22 mensis Julii anno 1745 tantum fulgur Bononiæ est factum, ut in paucissimis, quæ quidem in hac memoria extiterint, sit numeratum. Erat hora diei fere 20, cælumque tranquillissimum, sed nubibus variis infectum: cum subito exarsit, tonuitque horrendum in modum. Sunt qui dicant tonitrus fuisse duos, sed brevissimo intervallo disjunctos, ut unus videri possent. Interim flamma turrim perculit ornatissimam, pulcherrimamque, quam nobilissimo monasterio D. Christinæ adnexam religiosæ mulieres tenent. Labes facta incredibilis: nam tono bona pars turris corruit, & subjectos fornices, & loqueatia firmissimam perfregit horrendo fragore (a) = Eum deinceps ignem seu fulmen e terra erupisse, e subterraneo scilicet cavo, indeque, cum in porticum quamdam subiisset, in turrim statim convolasse, ubi sese explicans, dictam modo stragem, & fragorem, quantus dici vix possit, edidisse ex omnium, qui rem oculati testes observarunt, testimonio idem comentariorum Scriptor confirmat. Plurima alia extant monumenta præcipue apud Marchionem *Maffei* prædictis similia, quibus fulmina e terra multoties saltem erumpere postea confirmabimus.

188 In Quesnoi Galliæ Civitate die 4 Januarii anno Domini 1717, cum Cælum esset nubibus maxime obductum, intra nubem medium forum occupantem, & dispositas hinc inde domos fere attingentem, globus quidam igneus repente apparuit qui arrepta via in templi turrim impegit, ibique strepitu edito, tormenti muralis sonum referente, atque æquante, varie diffractus in pluviæ modum se se per forum prolabens dispersit (b). Cujusdam etiam oppidi, *Hague* dicunt Galli, in inferiori Normandia incolæ die 7 Januarii anno 1700 accensum in aere ignem arboris formam referentem observarunt

(a) *Coment. Acad. Bonon t.* 2 *p.* 460.
(b) *Mem. Acad.* 1717 *p.* 8.

runt; is autem brevi deorsum ruere visus est, & in mare proruens eo sonitu evanuit, quo circumposita littora tremere visa sunt (a). Alia multa prædictis omnino similia, & mihi a quamplurimis viris, oculatibus earum rerum testibus, communicata prætermitto.

Ex his aliisque observationibus, & argumentis statim proponendis, sequentem propositionem jam tenui, antequam res electricæ ad illud, quo modo sunt, lumen pervenirent. Eam propono sententiam, propterea quod ex illa saltem parte est verissima, qua contra veteres affirmatur, fulmina neque esse materiam solidam, neque e nubibus deorsum projici: aliàs enim, quid in re præsenti tenendum sit, a propositione 22 dicemus.

PROPOSITIO XX.

§ 389 *Juxta probabilia argumenta Fulmen nihil est aliud, quam plurimæ exhalationes sulphureæ, bituminosæ, nitrosæ, salinæ ex oleosis maxime corporibus exhalatæ, permixtæ, coadunatæ multiplici ratione, & modo in terra, in aere, intra nubem accensæ, quæ in corporibus, quæ transcurrentes offendunt, stragem edunt: fulgur est ejusdem materiæ repentina inflammatio & coruscatio. Tonitrus denique est sonitus ab eadem massa, velut a pulvere pyrio, cum repente inflammatur, explosio, & circumstantis aeris discussio.*

Primo enim fulmen est materia accensa, & inflammata, ut omnium hominum, temporum, & locorum observationes loquuntur: hujusmodi autem materia alia esse non potest, quam su pradicta in propositione. Risu enim, & cachin nis excipiunt, & inter anniles fabulas reponun omnes antiquum figmentum, fulmen scilicet est quadratum, aut cuneatum lapidem in nubibus e formatum, indeque validissimo cum impetu, velu e murali tormento glandem, projectum. Præterea enim quod hujusmodi lapidem nemo umquam obse vavit

(a) *Mem. Acad.* 1700 *p.* 10.

vavit, qui fulmine tanguntur, & intercidunt homines, aut animantia quælibet, ne ullum quidem contusionis indicium præseferunt, quale habere opus esset, si lapide necarentur. Inferius item luculenter demonstrabitur, fulmen e nubibus per explosionem non emitti, aut per veram projectionem, & localem exhalationum motum ad terram ruere.

190 *Secundo*. In locis fulmine nuper tactis ingratum fere semper bituminum, sulphuris, & nitri odorem deprehendimus, & experimur; quo incensarum exhalationum natura satis ostenditur. Deinde magnorum incendiorum causæ extiterunt fulmina, & sylvas, domos, integras Civitates in cineres redegere: ea etiam, quæ non cremantur, & *quæ non percussa sunt* (*inquit Seneca* (a) *tamen adusta cernuntur; quædam vero velut fuligine colorantur*.

191 *Tertio*. Æstate potissimum, per hyemem fere numquam nostris saltem regionibus extra Zonam torridam sitis, fulmina, fulgura, & tonitrus in atmosphæra formantur: tum scilicet, cum terris, & corporibus ob ardentem solis calorem calescentibus, & hyantibus plurimæ exhalationes ex oleosis, salinis, nitrosis bituminosis corporibus erumpunt, sursum ascendunt, permiscentur, & inflammantur.

192 *Quarto*. In iis etiam locis, quæ prædictis corporibus magis abundant, frequentiores sunt tempestates, fulmina, fulgura & tonitrus; hinc in locis Æthnam circumjacentibus frequentiora ista omnia sunt (*b*); dum alia loca, in quibus bituminosa corpora desiderantur, fulmina, & tonitrua raro aut numquam experiuntur.

193 *Quinto*. Allatæ observationes rem plane conficiunt, neque enim dubium est, ea phænomena, seu ignes accensos inter vera fulmina esse recensendos; ii autem nihil erant aliud, quam halitus accensi. Communis etiam hominum sensus, & judicium oculorum testimonio innixum, stabilitam hactenus veritatem confirmat. Ad rem ipsam præte-re-

(a) *L. 6 quæst. nat. c. 21.*
(b) *Schot. Phys. cur. par. 2. p. 1226.*

reundum non est, quod P. *Lozeran* Iesuitæ accidit jucundum, & periculosum phænomenum (*a*).

Dum ab altissimo monte descenderet, densissimam infra se nubem ad medium montis consistentem deprehendit, eamque aliquandiu desuper observavit; ex nube plurimi hac illac promicabant, & scintillabant ignes, quorum pars intra nubem, pars extra illam erumpebant; eo quidem modico strepitu, & specie, ut festivi ignes ab observatore reputarentur; ab externo tamen viæ comite, de periculosa tempestate admonitus, properandum ratus, cito gradu descendere incepit, & mediam, qua ducebat iter, subiens nubem, illam adeo densam, & obscuram esse comperit, ut ne equum quidem manuductum distingueret. In nubem jam ingressus jucundissimum spectaculum observavit; ignes undique accendebantur, discurrebant serpentinis ductibus, in globosam quasi figuram conformati; alii majores, minores alteri: plures interdum in unum conflabantur: progredientes circa sua centra gyrabant: eorum color rubeus ad cærulem declinans.

Rem observavit, quoad in parva 8 passuum distantia, inflammatus repente globus ejecto lucidissimo igne cum fragore disruptus observatorem adeo concussit, & terruit, ut vitæ periculum imminere animadvertens, maxima, qua potuit, celeritate e nube, & vitæ discrimine se subduceret.

195 *Sexto*. Fulmina, fulgura, & tonitrus arte etiam conficiuntur, si sulphurei, bituminosi, & salini spiritus permisceantur, & fermententur. Dominus siquidem *Lemery* mixturam quamdam librarum 50 ex sulphure, & limatura ferri in aqua communi dissolutis, ita ut partes essent æquales, sub terram posuit; novem autem horis elapsis flammas terra evomuit (*b*).

195 A quo principio, quæris, hujusmodi halitus, & exhalationes inflammantur, & ignem concipiunt? Resp. Plurimis causis id esse referendum; *Primo*, con-

(a) *Recueil des differt. qui ont remporté le prix t. 2 p. 45.*

(b) *Hist. Acad. 1700 p. 51.*

concussioni, & mutuo particularum attritui; halitus enim sulphurei, alii aliis occurrentes, & se mutuo concutientes, ignem concipiunt, ut inferius explicabimus, cum de ignis natura disseramus. *Secundum* autem, & præcipue halituum, & particularum fermentationi: notum quippe omnibus est, plurimos esse liquores ex se frigidos, qui cum aliis etiam frigidis permixti illico fermentant, & ignem concipiunt, & inflammantur, ut in experimento *Lemery* nuper citato, & plurimis aliis videre est. Mixtura ex aqua forti citrina, & oleo essentiali plantarum aromatico confecta ex se ipsa ignem concipit, & inflammatur. Aliquis etiam calor solaris non parum ad exhalationum inflammationem confert.

COROLLARIUM I.

196 Hinc patet, cur prius lucem, quam tonitrum sentiamus; licet in eadem nube, & tempore eodem edita ab eodem spectatore observentur. Lux enim, hoc est, repentina halituum inflammatio instantanee saltem sensibiliter ab enormi distantia ad nos pervenit; sonus autem non nisi successive, & tardius propagatur. Hinc etiam est, quod coruscatio seu fulgur a pluribus observatoribus in varia a coruscationis loco distantia existentibus insimul spectetur; tonitrum autem prius audiant, qui fulguris loco sunt propiores. Successive enim sonus; instantanee propagatur lux. Fulgur igitur eo tempore, quo editur in nube, ab observatoribus spectatur: tonitrus autem in magna potissimum distantia, tum maxime auditur, cum jam in nube non existit.

197 Hinc quo tardius a viso fulgure tonitrum audimus, eo remotiorem a nobis esse procellam concludere possumus. Etenim, ut in loco exponimus, omnes soni eadem celeritate deferuntur, & propagantur, licet plurimum in intensione, aut remissione differant; idemque sonus tantumdem spatii initio, atque in fine æquali tempore percurrit. Notum porro est, observantibus Academicis Florenti-

nis (a), & pluribus item aliis, sonum mille, & centum fere pedes aut potius 1160 singulis minutis secundis conficere; 4 igitur secundis præter propter milliare Italicum; 12 secundis leucam conficit. Quot igitur inter visam fulgurationem, & tonitrum minuta secunda interfluant, totidem mille pedes ab observatore distat procella. Experimento etiam compertum est, arteriæ in homine sano pulsationem minuto secundo ut plurimum respondere; digito igitur arteriæ applicato, pulsationes a fulgure viso ad tonitrum usque auditum intercedentes, & numeratæ certam inter te, & procellosam nubem indicabunt distantiam. Hæc tamen fusius in loco explicamus.

COROLLARIUM II.

198 Nonnisi per æstatem fere coruscat, & tonat Cælum: hyemali vero tempore rarissime ejusmodi phænomena observantur; æstate enim ob maximum solis calorem magna sulphureorum halituum copia e corporibus elevatur, in aerem ascendit, illicque in nubibus diversimode permiscentur, agitantur, & inflamantur; dum ex adverso, corporibus hyemali tempore frigore rigentibus, minor exhalationum vis, quibus fulmina, & fulgura conflantur, elevatur: vel potius omnes bituminosæ, & sulphureæ cum magno vaporum, & aquearum partium copia permixtæ, quæ per hyemem in atmosphæra congregantur, inflammari facile nequeunt.

COROLLARIUM III.

199. Dum tonat, & fulgurat, nimbosum fere semper est Cælum; licet multoties sereno etiam Cælo utrumque phænomenum observemus. Dum enim in nubem addensantur, & coeunt vapores, atque exhalationes; major plerumque est halituum copia; faciliusque in unum conflantur, & hinc inde agitati, &

(a) *Saggi di naturali esperienze. Esperienze 2 intorno al movimento del suono.*

& concussi inflammantur. Nihil tamen est, cur sereno etiam Cœlo idem fieri non possit, licet rarius accidat. Unde deduces, egregie eos falli, qui fulmen intra nubem semper efformari existimant, e qua, velut e murali machina globus plumbeus, inflammatione projiciatur. Sed de hoc iterum sermo erit.

COROLLARIUM IV.

200 Fulgur fere semper præcedit tonitrum: tonitrus fere semper coruscationem subsequitur; utrumque tamen aliquoties fallit, hoc est, fulgura aliquando sine tonitru, & tonitrus sine Fulgure observantur, Primi ratio est, quia ut ex hactenus dictis constat, fulgur, tonitrus, fulmen perinde in nube a natura, ac in laboratoriis ab arte fiunt: eoque modo hæc omnia efficiuntur, ac si pulvis pyrius inflammetur; in utroque enim casu repentina inflammatio, seu fulgur strepitum, seu tonitrum comitatur: fit tamen nonnumquam, ut materiæ bituminosæ secum ipsis permixtæ frigore fermententur, ut in chymicis quibusdam compositionibus, & mixturis evenit aliquando v. g. si acetum cum corallio permisceas: in hujusmodi autem fermentationibus, (quæ perfectius, & facilius in nube, quam in laboratoriis perficiuntur) strepitum, seu tonitrum, sine coruscatione, seu fulgure observamus. Fiet etiam aliquando, ut nubes densa coruscationem intra vel supra factam ab oculis subducat.

Exhalationes item, si longe a terra inflammentur, ubi tenuissimus sit aer, & nubes, quæ parum omnino resistant, vividam quidem scintillationem edent, nullum tamen strepitum, seu tonitrum sentiemus, ad eum modum quo exiguus pulvis pyrius in spatio libero seu vacuo inflamatus nullum, aut insensibilem edit strepitum.

SCHOLION.

201 *Omnia fulmina intra atmosphæram, & prope tellurem efformari, ratum omnibus est.* Secundo *indubium etiam est, ea omnia esse materiam fluidam, diversos scilicet, & inflammabiles halitus, repente accensam, & in oculi fere ictu longum aeris tractum quasi adimplentem.* Tertio. *Si oculorum testimonio standum est, fulmina locali, sed fere instantaneo motu longum iter serpentinis modo ductibus, recta aliquando sursum, deorsum, horizontaliter adeo celeriter conficiunt; ut non tam hinc inde eademmet materia localiter transferri, quam diversæ potius exhalationes pluribus simul continuatis locis accendi videantur. Ea igitur, & celeberrima per id temporis controversia superest discutienda, quo scilicet loco fulmina efformentur: quem habeant motum, motusque causam? Ex nubibus ad tellurem descendant, veroque locali motu transferantur? an potius ex adverso e tellure in altum assurgant, & localiter moveantur, ut Ill.* Marchio Maffei, & *post* Maffeium *non pauci, neque pænitendi nominis philosophi autumant: an denique (quod alii etiam tenent) partim e terra sursum assurgant, partim vero, & præcipue e nubibus deorsum cadant, quorum postremum impossibile pronuntiat* Maffei? *Præcipuum ego controversiæ caput censeo, utrum fulmina, quæ quotidie e nubibus erumpere videntur, & longum aeris tractum illuminant, verum, an apparentem habeant motum: ac per consequens vere an apparenter solummodo ascendant, aut descendant: seu aliis terminis, utrum illamet materia, quæ intra nubem accenditur, per verum localem motum ad terram, aut ad eum locum deveniat, ubi effectum suum edit; an potius non quidem materia a loco ad locum transeat, sed accensio a materia ad materiam communicetur.*

PRO-

PROPOSITIO XXI.

202 *Consequenter ad expositam sententiam aliqua fulmina verum habent motum localem, ea tamen omnia, quæ localiter moventur, sursum vel è terra, vel e nube feruntur; aliqua etiam horizontaliter deferri possunt: nullum vero fulmen e nubibus in terram, seu deorsum descendere per verum localem motum potest juxta veterum sensum.*

Prima pars ex observationibus superius expositis manifeste evincitur, plurima enim ibi commemorantur fulmina, in quibus oculorum etiam judicio localis motus dignoscebatur; igneus nimirum globus ab uno ad alia loca sensim procedere animadvertebatur. Notandum vero maxime est, magnas illas strages ab iis fulminibus editas nequaquam fieri à materiæ fulmineæ impetu, seu impactione in turrim v. g., quasi esset muralis globus è tormento bellico explosus; sed eatenus fiunt, quatenus materia fulminea, globus v. g. ex multiplici materia bituminosa conflatus ad turrim accedens perfecte inflammatur, & quasi pulvis pyrius igne admoto repente incenditur, magnoque fragore lapides, ligna, cæmenta a se invicem avulsa dissiliunt. Ridiculum enim esset dicere exiguum ardentis, hoc est, perquam raræ materiæ globum, ea celeritate motus delatum, quam oculi discernere possint, horrendas illas strages sola vi impulsiva edere, quibus edendis plurima tormenta muralia sæpissime essent imparia; cum vires corporis moti eo minores sint, quo minor est in corpore materia; ictusque etiam a fluida materia (quale est fulmen) impactus debilissimus semper fit, si cum solidi corporis ictu comparetur.

203 Secunda & Tertia pars, quibus & vulgus, & magna physicorum pars contradicunt, probatur. Si fulmina e nubibus descenderent, vel ob propriam gravitatem, vel ab impresso exterius impetu ad hujusmodi descensum determinarentur: Neutrum admitti potest: non primum: materia enim fulminis intra nubem in unum corpus v. g. globum conflata, inferiori fluido corpore sustine-

tur, estque proinde interiori aere levior, superiori gravior: descendere igitur propriæ gravitatis viribus non potest. Secundo: Dum materia fulminis in unum quasi corpus conflatur, ut inflammetur; longe amplius rarescit, quam ante inflammationem; ut physico cuicumque homini notissimum est: ergo longe levius erit post inflammationem, quam ante inflammationem fulmen: & quo magis inflammabitur, eo majori impetu sursum ascendet. Si hujusmodi argumentum physicam demonstrationem non contineat, nulla est demonstratio physica.

Argumentum autem ad hæc capita reducitur. Corpus nubis est inferiori aere levior; exhalationes per nubem dispersæ, & in aere sustentatæ sunt etiam, antequam adunentur, & inflammentur, aere leviores juxta Hydrostaticæ leges: in unum adunatæ ante inflammationem sunt adhuc aere inferiori leviores, cum ab eo sustententur: in flammatione magis rarescunt, & fiunt adhuc magis leves per notissimam ignis, & caloris proprietatem: gravitatem igitur non habent, quæ inferiori aeri prævaleat.

204 Prob. secundo. Etiamsi major in materia fulminis, quam in aere inferiori esset gravitas; id unum ex ea consequeretur, fulmen per aerem motu accelerato, sed sensibiliter successivo, & tardo descendere, ut ceteris corporibus gravibus commune est, auro v. g. omnium corporum gravissimo: at ejusmodi motus infinite pene lentior est, quam repentina illa, & fere instantanea fulminis scintillatio, quæ in ictu oculi apparet, & disparet.

Non etiam admitti potest secundum: neque enim fulmen e nube, quasi globus plumbeus e tormento murali, exploditur: fulmen quippe est materia fluida, cui proinde impetus ab externo impellente imprimi non potest, ut murali globo ab accenso pulvere pyrio imprimitur. Deinde fulmen est ipsamet materia, quæ inflammatur; potiusque pyrio pulveri intra muralis machinæ cavitatem accenso, quam globo emisso æquiparari debet. Secundo. Nubes sunt copiosa vaporum congeries inferiori aere rarior & levior, superiori densior & gravior, corpusque fluidum

dum, perinde atque aer ipse: ut igitur ridiculum plane esset asserere, fulmen e medio aere, quasi e tormento bellico explodi; serio etiam dici non potest, e media nube deorsum emitti.

205 Tertio. Etsi tamen daremus, fulmen è media nube explodi, id unum inde consequeretur, omnia fulmina sursum è nubibus ascendere, & projici, nulla deorsum emitti, & descendere: ac proinde non nisi imprudenter periculi aliquid a fulmine timeremus: probo assumptum: fulmen è nube explosum versus eam partem semper emitteretur, qua minor esset nubis, & aeris resistentia, ad eum modum, quo globus e tormento murali emissus viam sibi facit, & versus eam partem emittitur, qua minorem offendit resistentiam; globus scilicet ferreus è tormento murali explosus per eam partem semper expellitur, qua minor est exeundi difficultas: cujuscumque nubis pars superior inferiori levior, & rarior est, ac proinde minus resistit: ex eadem ratione superioris aeris minor est, quam inferioris resistentia: ergo omnia fulmina e media nube emissa sursum tenderent: quod est falsissimum: Neque dici posset, magnam aeris supra nubes extensionem, & altitudinem satis & majorem raritatem compensare, & majorem efficere resistentiam, quam inferior aer a nube usque ad terram diffusus: qui enim ita discurreret, Hydrostaticam ne a limine quidem salutatam haberet.

206 Quarto. Si fulmen è nubibus projiceretur, illius motus infinite pene lentior esset, quam repentina illa coruscatio, & fulgur, quod vix oculis animadversum disparuit, longum licet aeris spatium vere, aut apparenter confecerit, aut illuminarit. Finge parumper globum aureum, corpus projectioni accipiendæ capacissimum, e nube projici, & explodi: tantane ad terram velocitate descenderet, quanta longissimum aeris spatium a fulgure illuminatur?

PROPOSITIO XXI.

207 *Consequenter ad hactenus dictam opinionem fulmina in nubibus, aut in aere longe a telluris superficie*

ficio visa, quæ repentina inflammatione hac illac, sursum, deorsum dirigi, longum aeris spatium peragrare in oculi ictu videntur, nullum habent verum motum, ac proinde neque ascendunt, neque descendunt proprie, sed tantummodo apparenter.

Innumera quotidie per æstatem pluvioso, & procelloso cælo in nubibus tonitrua, fulgura, fulmina terrore quodam perculsi & audimus & spectamus: in oculi ictu & in instanti longum aeris spatium simul conflagrare, continuata aliquando luce, interruptis quandoque scintillationibus, & vibrationibus promicare animadvertimus; oculorum quidem judicio nullum in ejusmodi lucis semita motum distinguimus successivum; cum in instanti longum spatium collustretur; vulgi tamen sententia est, materiam, seu fulmen in aliqua nubis parte inflammatum, & ab illa explosum, celerrime longum illud spatium percurrere, & successive illuminare, quoad omnis materia dissipetur.

208 Id tamen esse physice impossibile allatis nuper rationibus confecimus: cum neque a projectione, neque a gravitate, aut ab utraque simul causa ejusmodi motus oriri possit, Id igitur superest dicendum, ejusmodi motum, & instantaneum fulguris transcursum, ascensum, descensum esse tantummodo apparentes; neque materiam fulmineam aliquo in loco accensam in alium inflammatam deferri, sed in aliam semper, & aliam materiam continuam ignem communicari, & pertransire. Finge parumper per magnum aliquod terræ spatium, leucam, v. g. pulverem pyrium ita disponi, ut continuatam lineam, & semitam efficiat; casuque aliquo ignem in aliquo extremo, vel medio concipere, dum interim spectator, totius secreti ignarus e longinquo loco flammam intuetur: in oculi fere ictu universus pulvis per leucam inflammabitur, spectatorque flammam ab uno ad aliud extremum instantanee quasi percurrere, & moveri suadebitur, eamdemque faculam per leucam integram transcurrentem autumabit: licet nullus in figurato casu sit motus, nullaque flamma aut materia ab uno ad alium locum transeat; sed nova sem-

per

per flamma in sequenti, & continuato pulvere excitetur, dissipata, & extincta, quæ prius exarsit in anteriori pulvere flamma. Singulæ pulveris pyrii partes ea in hypothesi eodem, quo existunt, loco inflammantur, ardent, extinguuntur, dissipantur, eoque solummodo loco suum effectum producunt. Porro si lineæ medium prius inflammetur; flammam versus partes oppositas citissime volare spectator animadverteret: si linea sit in altum disposita; flamma aliquando ascendere, modo etiam descendere recta, oblique, serpentinis, & sinuosis ductibus videbitur, pro varia scilicet ejusdem pulveris dispositione: aliquo etiam tempore a visa flamma interjecto sonus quidam, & longum murmur ad aures perveniet a subitanea pulveris inflammatione ortum. Quod si linea, seu pulveris semita magnam alicubi crassitiem, seu amplitudinem habeat, vel in magnum pulveris acervum concameratum desinat; cum primum illuc flamma communicabitur, horrendum enimvero fragorem, strepitum, & stragem eo in loco ab inflammato, qui illic erat, pulvere edi necesse est.

209 Habes in rudi exemplo fulminis, fulguris, & tonitrus naturam, directiones, motum apparentem, & id genus alia. E tellure, terrenisque corporibus continua exhalationum copia, & insensibilis, velut fumus, erumpit, ad nubes conscendit, ibique diversimode disponitur, modo scilicet in longam, rectamque lineam, & semitam; in sinuosam, & multipliciter inflexam aliquando; alicubi in eumdem locum conflantur exhalationes; alibi halituum series varie interrumpitur: hujusmodi halitus, & exhalationes, materia maxime inflammabilis, facilius multo, & citius ignem concipiunt, quam pulvis pyrius; cum & subtiliores tantum partes sursum avolent, & diversimode secum ipsis intra nubes permisceantur, & se menteantur; igne igitur in aliqua venæ parte casu excitato, tota mox vena citissime inflammatur, & conflagrat; ibique tandem dissipatur, & evanescit fulgur, & fulmen, ubi desinit, & terminatur exhalationum vena. Quod si ea vena in confertiores aliquot exhalationes, & copiosiorem materiam in-

inflammabilem definat, quam venæ *caput*, aut *principium* appellare licet; cum ad illud ignis pervenerit, magnum omnino fragorem, & ftragem produci necesse est; ad eum modum, quo pulveris pyrii vena consumpta, & ad concameratam cellam eodem pulvere repletam accedente igne, magna parietum, turrium ædificiorum ftrages consequitur.

Equidem si fumo e candella recens extincta, & fumante erumpenti, accensæ lampadis flammam admoveas; iterum flamma fumum depascit, & pascendo deorsum ad extinctum Ellychnium descendit, illudque iterum incendit; flamma tamen apparenter solumodo, non vere descendit, sed nova semper in aliis, & aliis fumosæ venæ partibus excitatur.

COROLLARIUM I.

210 Hinc alia aliis erunt vehementiora, & vividiora fulgura, tonitrua, & fulmina. Alia per majorem, altera per breviorem aeris tractum diffunduntur, aut diffundi apparent. Alia etiam initio quidem vividiora, remissiora postmodum apparere necesse est: cum ea omnia ex varia venarum dispositione, directione, crassitie, materiæ inflammabilitate, & mille aliis circumstantiis pendeant. Eam vero directionem sequi videbuntur fulgura, & fulmina, qua scilicet halituum vena, seu flammæ pabulum sit dispositum. Major quidem fulminum pars, sursum a nube videtur ascendere; propterea quod subtilissimi & inflammabiles halitus inferiori aere, & nubis vaporibus leviores supra nubem disponantur: ignis igitur intra nubem in inferiori venæ parte excitatus pabulum supra positum apparenter ascendendo depascitur, unde non infrequentes sunt imminente procella tonitrus, quin ullum deprehendatur fulgur.

COROLLARIUM II.

211 In eo igitur loco tantumm do fulminat, & fulgurat, seu fulmen generatur, & ftragem edit, in quo inflammabilium halituum copia existebat: eaque proinde loca, ædificia, turres, subterranea, paten-

tes

tes campi, sylvæ sunt ab omni fulminis periculo immunia, si nullæ illic sint exhalationes, aut notabilis saltem earum copia. Fulmina quippe non aliunde per motum localem adveniunt; sed ibi inflammatur, & ardet materia, ubi existit, quin alio transferatur. (*) Quæ igitur loca fulmine tanguntur, fulminis materiam in se se habebant. Quare ea loca, ubi plures sunt inflammabiles & facile combustibiles materiæ, puta pulvis pyrius, oleum, oleosi liquores, & hujusmodi alia, fulminibus sunt magis obnoxia, ut frequens nos docet experientia. Id ego dictum volo de iis fulminibus, quæ repentina, & instantanea fulguratione generantur, & in quibus omnem motum localem hucusque negavimus. Totam hanc quæstionem, utrum scilicet fulmina e nubibus in terram, an potius e terra semper in nubes moveantur, fuse agitat, & discutit Ill. M. *Maffei*.

PHÆNOMENA
ALIQUOT EXPLICANTUR

PHÆNOMENON I.

212 *Aliqua sunt regiones, in quibus fere numquam, aliæ, in quibus fere semper fulgurat, & fulminat. Primæ eæ sunt, quæ corporibus bituminosis, oleosis, & calidis, ex quibus exhalationes facile inflammabiles elevantur, destituuntur, aut perpetuo frigore gelascunt. Posteriores, uti sunt plurima Brasiliæ loca, & aliæ per torridam Zonam regiones, eæ sunt, in quibus magna eorum corporum vis, e quibus apta fulmini materia erumpit, reperitur, & magno insuper aestivo, aut perpetuo calore afficiuntur. Cæteris etiam paribus, quo major fuerit in regione calor; eo frequentiora erunt fulmina: unde frequentissime per æstatem, rarissime autem hyeme procellis turbamur. Causam supra attigimus, & ex se patere arbitror.*

PHÆ-

(*) *Casus tamen supra relatos excipere opus est.*

PHÆNOMENON II.

213 *Fit aliquando, ut ab eadem nubis parte plurima fulgurationes erumpant: quod multiplici causæ referri potest. Primo quidem in eadem nubis parte plurimæ aliquando sunt exbalationum venæ, quæ seorsim ad singula fulgura inflammantur. Deinde eademmet exbalationes pluries inflammari possunt. Semel enim inflammatæ rarescunt, & dissipantur; cum tamen intra nubem adhuc suspensæ maneant, majoremque ab inflammatione subtilitatem nanciscantur; possunt iterum, & iterum in unum conflari, & inflammari. Hoc tamen in laboratoriis nostris non experimur; quia spirituosi liquores inflammati rarescunt, & ab aere compressi sursum avolant,*

PHÆNOMENON III.

214 *Fit plerumque imminentibus procellis, ut vividam fulgurationem, & tonitrum insignem subsequatur pluvia; & cum primum copiosa cadit pluvia, evanescat procella, tonitrus, & fulgura sensim & magnitudine, & numero minuantur. Primum ex eo nascitur, quod exbalationum vena repente inflammata, aer rarescens, & diffractus vehementer succutitur; succusso aere vaporibus aqueis prægnato, aliæ aliis adbærent insensibiles guttæ, grandiores evadunt, & ad terram gravitate prolabuntur: aer etiam succussus aquæ guttulas ramosis aeris particulis implicatas emittit. Secundi ratio est, quia nube in pluviam resoluta, bæc exbalationes secum permixtas ad terram perducit.*

PHÆNOMENON IV.

215 *Fulmen aliquando arbores findit, lapides, & mettalla comminuit, in calcem redigit. Da enim arborem, per cujus medium bituminosi cujusdam halitus faciie inflammabilis vena ascendat, in aerem erumpat, ad nubes. vel ad insignem in aere altitudinem pertingat: hujusmodi enim vero arbores passim inveniun-*

tur

tur, omnes siquidem, præcipue pinus, & alia similes sulphureis particulis abundant; flamma in suprema venæ parte excitata deorsum totum pabulum rapidissime depascitur, arboris medullam ingreditur, quasi esset pulvere pyrio referta; vena igitur violento calore insigniter rarefacta, & magna insuper elasticitate arborem in frusta discindit.

216 *Plurima item metalla, arbores, lapides sulphureis, bituminosis & subtilibus particulis, facile inflammabilibus, & apta fulminibus materia hac illac per medios subtilissimos porulos sparsa, & diffusa constant; fulminea igitur flamma ejusmodi corporum superficiem lambens dispositam per subtilissima intestina materiam depascitur, intimosque corporum sinus ingreditur, dilatat, parietes in minutissima frusta dividit, & in pulverem redigit. Quare si hujusmodi corpora fulmine tacta digito contingas, nil, nisi inutilem pulverem facillime cedentem, deprehendis. Infelici hac sorte plurimi homines, & mulieres perierunt; iique præcipue, quibus solemne erat, aquam vitæ, & alios ardentes liquores supra modum bibere. Anilibus vero fabulis annumerandum est, quod de lauro veteres aliqui tradiderunt, eam scilicet a fulmine semper refugi; & homines sub lauro, quasi sacro asylo, coopertos imminentem tempestatem, & fulmina impune irridere.*

217 *Illud præterea ab aliquibus memoriæ traditum est, fulmina nonnumquam vinum, cerevisiam & alios hujusmodi liquores doliis contentos absumere, doliis parcere; gladium vagina conditum in pulverem minuere, vaginam intactam relinquere, & alia similia. Hujusmodi ego phænomenorum author esse nolim: nil tamen est, cur ea inficiemur: majora enim, & rariora multo prodigia a fulminibus passim edita legimus: præterea vero ex superius dictis eorum effectuum ratio facillime reddi potest; subtilissima scilicet flamma per magnos doliorum, & vaginæ poros, in quibus nullam resistentiam, nullumque fere pabulum offendit, libere transgreditur; ferrum vero, & liquores apto ad flammam pabulo refertos ex data modo ratione depascitur, comminuit, in calcem redigit, aut in vapores resolvit.*

218 *Liquido enim vero constat, hominum, qui fulmine interierunt, vestes nullum a fulmine periculum, aut detrimentum fuisse passas. Est etiam Philosophorum memoria dignum, fuisse aliquando fulmina, quæ hominis cutem innoxie omnino lamberent, inter vestem scilicet, & carnem transeundo: hujusmodi enim phænomenon semel, & iterum accidisse, authores sunt* P. Schottus (a) & Regnault (b), *qui eos, quos fulmen hac ratione tetigit, probe norant. Si enim materia inflammabilis sit nimium tenuis, & rara; dum inflammatur, innoxie omnino cutem lambit, ad eum modum, quo flamma vini spiritum supra cutem diffusum depascens citra ullum vestis, aut brachii periculum totum pabulum consumit.*

219 *Non absimile est experimentum non injucundum a* P. Schotto *relatum. In parva quadam camera obscura, & exacte utrinque clausa mixturam quamdam ex vini spiritu, & canphora (unus etiam vini spiritus adhiberi posset) in vas infunde; suppositoque igne tamdiu calescat, ebulliat aut comburatur, quoad in vapores, & exhalationes penitus avolet, quæ per totam cameræ capacitatem diffundentur; si alius deinde clausam portam aperiat, candelam accensam ante se deferens; totum cubiculi aerem ardere videbis, & jucundum spectaculum brevi extinguendum impune observabis.*

220 *Ut imminentem procellam, & fulmina a se se removeant, usitatissimum est cimbala pulsare, ut scilicet aerem multiplicibus vibrationibus & oscillationibus commovendo, nubes etiam fulmineis exhalationibus refertæ alio amoveantur. Equidem cimbalorum strepitus, & magnas oscillationes non inutiles arbitror; dum nubes gravidæ a lateribus adstant: periculosas, si ad perpendiculum, aut fere perpendiculariter immineant: utriusque ratio obvia est; cimbala pulsa aerem hinc inde versus latera impellunt, & a se removent, eoque pacto natantem in aere nubem propellunt: at aere versus*

(a) *Phys. curiosa parte* 2 *p.* 1236.
(b) *Entret. de Phys t.* 4. *entret.* 4.

sus latera impulso, facilius qui supra stat, & per pendiculariter eminet aer, & nubes descendit, pulsanti, turri, & templo ruinam allatura. Memoria utique dignum est, in minori Britannia 17 omnino templa, in quibus ingruente procella nocte 15. Aprilis anno 1718 pulsabantur cymbala, fuisse omnia fulmine de Celo tacta (a). *Tentamina Suecia, Italia, & alibi facta ad fulmineam materiam ope machinæ electricæ dissipandam, illaque nubes exonerandum inferius videnda sunt.*

§.

VERA FULMINUM CAUSA
ET
THEORIA PROPONITUR.

PROPOSITIO XXII.

221 *Materia electrica modo a Telluris superficie ad nubes, & atmosphæram ascendit, modo etiam ex adverso ab atmosphæra ab Tellurem descendit.*

Utramque propositionis partem multiplici experimento comperit *Beccaria* (b): cum enim volatilem papyrum ad magnam altitudinem ventus attolleret, diuque sustineret, per ejusdem chordam, tanquam per conductorem, seu catenam electricitas transmittebatur, omniaque electrica phænomena habebantur. Ad inferiorem enim ipsius chordæ, papyrum dirigentis & retinentis, extremitatem luminosa aliquando stellula, nonumquam vero pennicillus emicabat, quorum primum influentis, secundum vero effluentis materiæ electricæ indicium est; quæ quidem phænomena observabantur intra *Lucernam* ele-

(a) *Hist Acad.* 1719. *p.* 22.
(b) *Dell' Elettricismo terrestre atmosferico lettera* 8.

electricam, hoc est, vitream phialam obscuratam, intra quam inferior chordæ extremitas pendebat, & ope lateralis tubi chartacei 8 pollices longi, per quem obscuratæ phialæ cavitas rite observabatur. Hujusce tamen electricæ lucernæ descriptionem videas apud ipsum auctorem; mihi enim phænomena hisce, & aliis etiam modis edita, & observata referre satis sit. Neque solum in inferiori dictæ chordæ extremo luminosus modo pennicillus, & stellula modo emicabat; sed pro vario atmosphæræ statu uno interdum, eodemque die, immo intra breve tempus stellula in pennicillum, & vicissim convertebantur. Sensim utrumque excitari, languescere, deficere, iterum apparere, milleque alia vicissitudinis, & mutationum indicia edere observatur. Cum chorda ipsa a terra & corporibus non electricis erat separata, nota attractionis, & repulsionis phænomena, scintillas præterea edebat, succusiones in humano corpore efficiebat: alia omnia electricitatis phænomena ope hujusce chordæ habentur, perinde ac si esset peculiaris *Conductor*, per quem materia Electrica ab uno ad aliud extremum transmitteretur. Neque prædicti effectus solo *Papyro volatili* obtinentur, sed radiis etiam, hoc est, tubulis nitrato pulvere instructis, & in altum in lætitiæ argumentum explodi consuetis.

Cum enim eorum caudis fila quædam oblonga, & subtilia annecterentur, quæ chordæ deferentis munus agerent, & quorum inferius extremum vitreo in vase servaretur; non dissimilia electricitatis phænomena novi etiam hujusce conductoris ope eliciebantur.

222 Quoniam tamen utraque hæc observandi ratio satis per se est incommoda; præterea vero prima spirantibus solum ventis adhiberi potest, secunda autem infelici plerumque effectu tentatur; viam longe meliorem, securiorem, omnibusque indiscriminatim temporibus aptam inierunt *Franklin*, *le Monier*, & *Beccaria*, ferream scilicet virgam, aut filum e sublimi aliquo loco, v. g. editioris turris, aut domus culmine ita sursum erigunt, ut deorsum

etiam

etiam oblique, aut parallele ad horizontem per longum tractum 200 nimirum, 700, 1500 pedes distendatur. Quoniam hæc experimenta caute omnino instituenda sunt (agitur enim aliquando de maximo vitæ periculo, & de fulmine a sese removendo) auctor tibi essem, ut nusquam rem tentares, instituendi experimenti rationem legeres apud *Beccariam* (a). Postrema hæc ratio eo maxime commendanda est, atque aliis supra relatis præferenda, quod & securissima sit, omnique tempore capi possit experimentum, omnesque proinde atmosphæræ mutationes, quod vim electricam attinet, citra periculum observari possint.

Hujusmodi vero filorum ope magna assiduitate, diligentia, & cura rem hanc prosecutus est *Beccaria*, & præter quamplurima alia id imprimis quotidiano fere experimento comperit, materiam electricam a tellure ad nubes, & vicissim transcurrere.

223 Et sane ii omnes effectus, atque phænomena, quæ modo retulimus, cum perinde in papyri volatilis, aut radiorum cauda, atque in catena, & conductore machinæ electricæ appareant, edantur, atque observentur; sintque aliunde proprii electricitatis caracteres, atque effectus, huic uni causæ, materiæ scilicet electricæ per hujusmodi conductores ascendenti, aut descendenti tribui omnino possunt. A qua enim alia causa relata phænomena provenirent? A ventis forsitan? At iidemmet plane effectus diversis omnino spirantibus ventis observantur; contra vero eodem plane, & æque intenso afflante vento diversa eduntur phænomena. Quin immo cum periculum fit sine papyro volante; & cum nulli omnino spirant venti, prædicta omnia habentur phænomena, atque effectuum varietas. Tam igitur in machinis electricis, quam in novis hisce conductoribus ab arte, vel a natura ipsa paratis eorumdem plane effectuum eadem omnino est causa juxta notissimam philosophandi regulam. In ma-

(a) *Opere citato Lettera 9.*

china electrica omnes relati effectus eduntur a materia electrica per catenam, vel conductorem a machina, vel ad machinam transmissa: transmissionis vero causa est naturalis ipsiusmet materiæ elasticitas, & vis diffusiva, atque major in uno, quam in alio loco densitas: cum enim ex hac proprietate ad æquilibrium semper tendat, fit, ut si in duobus corporibus sit inæqualiter densa, quamprimum inter utrumque corpus comunicatio aliqua aperiatur, a corpore, ubi densior est materia, ad aliud violentissime projicitur, ut in utroque æqualiter secundum æquilibrii leges se componat. Omnia hæc in lectionibus de Electricitate late explicamus.

224 Ab hisce autem experimentis ad evidentiam fere demonstratur, materiam electricam non modo per telluris globum esse semper diffusam, sed per ipsam etiam atmosphæram (ubi humida est), nubes nimirum aliaque corpora, seu metheora intra atmosphæram pendula; ipsamque materiam Electricam modo a terra in atmosphæram, seu nubes, modo vicissim ab atmosphæra ad terram communicari: cum scilicet corpus aliquod origine non electricum inter tellurem ipsam, & nubes v. g. seu supremam atmosphæram interponitur, quo mediante communicatio inter utrumque existat. Hujusmodi communicantia corpora, seu conductores in re nostra sunt papiri volatilis & radiorum chorda, & fila dirigentia, de cætero autem sunt nubes ipsæ, seu nebulæ: & quæ terræ insidentes, aut aliqua sui parte tellurem tangentes per atmosphæram attolluntur, & distenduntur, atque cum superioribus nubibus, aut vaporibus communicantur. Nonumquam etiam vapores ipsi, quibus aer redditur humidus, atque a tellure perenniter, copioseque elevantur, licet sensibilem nubem, aut nebulam non componant, conductoris munus agunt: aliàs enim aer siccus, & serenus materiam electricam a tellure ad nubes, aut vicissim non transmittit, cum sit corpus origine electricum, electricitatem neque ab alio accipiens, neque per suammet substantiam transmittens, sed potius resistens, & vaporem in

cor-

corporibus communicatione electricis retinens, & servans, ut fuse in loco exponimus.

COROLLARIA.

225 *Primum*. Quotiescumque in terra, & nube non fit electricitatis æquilibrium, quamprimum communicatio aliqua inter illas inducatur, materia electrica ab una ad aliam violentissime projicietur, quoad tandem ad æquilibrium perveniat. Id evidenter sequitur ab notissima materiæ electricæ proprietate, virtute nimirum diffusiva, atque experimentis omnibus consonum est. Et hinc terra relate ad nubes erit modo negative, modo positive electrica, & vicissim etiam nubes telluri comparatæ.

226 *Secundum*. Cum nubes non eamdem omnes, aut æqualem habeant electricitatem (id quod quotidiano experimento constat), hinc tellus relate ad unas erit positive electrica, negative vero relate ad alias, infinitique erunt in utroque casu defectus, aut excessus gradus, & differentiæ. Intensitas vero, atque summa virium, & impetus, quo materia electrica a nube ad tellurem, aut vicissim projicitur, erit proportionalis excessui, aut differentiæ virium, si cætera sint paria: attendi enim debet conductorum numerus, capacitas, & longitudo, ut in loco dicimus.

227 *Tertium*. Aliquando igitur accidet, ut nulla in filis deferentibus electricitatis signa deprehendantur: cum scilicet vel electricitas est in utroque corpore ad æquilibrium redacta, vel nulla superest nubes, aut metheoron aliud, cui illa communicari possit. Nulla electricitatis signa edunt communiter deferentia fila, cum atmosphæra est quidem valde humida, non tamen pluvia; cum sereno Cælo validissimus spirat ventus; cum tandem nubilum est Cælum, nubes tamen & steriles apparent, & nimium elevatæ, atque a tellure penitus disjunctæ existunt.

228 *Quartum*. Materia electrica a tellure ad nubes ascendit, & a nubibus ad terram descendit, &

 sese

se'e projicit (in casu rupti æquilibrii) per omnia illa media, seu corpora communicatione electrica, inter terram, & nubes interposita, quæ conductoris seu catenæ munus agere possunt, quibus terra, & nubes inter se communicentur. Corollarii veritas & ab indole, atque natura materiæ electricæ, & ab experimentis ipsis immediate constat. Cum plura ad eamdem procellosam nubem pertingunt ferrea fila, quæ supra descripsimus, per omnia, tanquam per conductores electrici torrentes irrumpunt, & versus illam partem transfluunt, in qua est negativa electricitas. Arbores, cum plurimo humore abundent, turres, nebulæ, vaporum ascendentium, aut descendentium tractus continui, & alia hujusmodi sunt totidem naturales electricitatis conductores a natura ipsa ad materiam electricam transmittendam parati: sunt enim corpora communicatione electrica, quæ ex una parte terram, ex alia vero atmosphæram, & multoties procellosas nubes contingunt. De arboribus experimento res constat; cum enim viridem cujusdam ramum in aere à corporibus origine electricis separasset *Beccaria*, eum a procellosæ nubis contactu electrificatum postea offendit, & electrica phænomena edere comperit (a). Neque opus est conductores hujusmodi naturales, aut artificiales ad magnam altitudinem, & profunditatem intra nubem ascendere; satis est quod nubem a limbo inferiori tangant, ut ex alibi dictis omnino constat. Plura hinc fulminum phænomena inferius deducemus.

229 *Quintum*. Ex nubibus procellosis ad terram, aut vicissim a tellure ad nubes copiosissimi materiæ electricæ torrentes, & prodigiosa quantitas transmittitur.

Ex ipsismet experimentis veritas hæc immediate deducitur, quæ aliunde ex hactenus dictis manifeste etiam consequitur. Etenim procellosæ nubes, dum interim tonat, fulgurat, fulminat, effuse pluit, grandinat, largissimum terræ tractum, plurima sæpe milliaria quadrata comprehendentem supereminent, o-bum-

(a) *Loco citato lettera 2. prop. 6.*

bumbrant, atque per totum illud spatium cum tellure ipsa communicant, mediis scilicet imbribus, arboribus, turribus, milleque aliis corporibus communicatione electricis, quæ sursum a terra attolluntur, immediate a nubibus tum temporis continguntur, & conductorum munus agunt. Tenent hujusmodi procellosi imbres horæ circiter dimidium, 3 quadrantes, & tempus aliquando diuturnius. Experimentis autem constat, quod toto illo tempore copiosissimi materiæ electricæ torrentes per ferrea fila ultra arborum, aut turrium fastigia non transcendentia, ad tellurem velocissime transfluant, aut ad nubes ascendant; cum præter vividas, & micantes scintillas in filorum extremitatibus vividissimos semper pennicillos, aut stellulas, effluentis, aut affluentis electrici copiosi torrentis indicia, animadvertamus. Id vero non uno tantum filo; sed in quamplurimis paucos pedes a se invicem sejunctis, atque ab eadem nubis parte materiam derivantibus observatur. Quid tum fiet per innumeros densorum nemorum, agrorum, & montium arbores, quæ & nubem ipsam perinde ut fila ferrea (quæ ad majorem, quam arbores, altitudinem non assurgunt) terramque immediate contingunt, & aptissimi sunt materiæ electricæ conductores? Quid etiam per turrium, aliarumque domorum fastigia, ea præcipue, è quibus metallici canales ad recipiendam, deducendamque aquam pluviam ad terram usque descendunt? Quid per sublimiora etiam montium cacumina, quæ nonnumquam intra procellosæ nubis profunditatem comprehenduntur?

PROPOSITIO XXIII.

230 *Fulmina, & fulgura aliud non sunt, quam copiosi materiæ electricæ torrentes, seu scintillæ à nubibus ad terram, a tellure ad nubes, aut ab una ad aliam nubem profluentes, atque explosæ: omniaque fulminum phænomena a notissimis materiæ electricæ proprietatibus descendunt, atque explicantur.*

De hac propositione, & veritate post tot experimenta omnibus notissima, atque pluribus in locis, potissimum vero a Domino *Franklin*, & a P. *Beccaria* de re Electrica optime meritis instituta, dubitare amplius non licet.

Primo. Enimvero fulmina, tonitrua, fulgura ope machinæ, atque materiæ Electricæ obtinemus, ut ex notissimo phialæ Lugduno-Batavicæ experimento, alibi a nobis relato luculenter constat. Scintilla enim electrica, & quidquid dicto in experimento observatur, veri fulminis naturam, omniaque ejus phænomena edit, atque imitatur, eo tantum discrimine, quod inter artis & humanæ industriæ, atque naturæ opera, & effectus, hoc est, inter exiguam vim arte excitatam, & violentissimum naturæ ipsius effectum intercedit. Materia scilicet, atque vires electricæ ab hominum industria ope tantillæ machinæ excitatæ, nihil fere sunt, si cum violentissimis, atque potentissimis naturæ viribus comparentur. Eo autem discrimine prætermisso, scintillæ electricæ in memorato experimento, & aliis quamplurimis excitatæ, & explosæ sunt verissima fulmina ope tenuissimæ materiæ, & viribus edita, ut ii omnes fatentur, qui periculosum id experimentum instituere, remque in sese experiri volunt. Rei enim evidentia in causa est, ut quamplurimi periculum facere nolint, cæteri vero cautè semper procedant. Repentina lucis scintillatio, prodigiosa, & vix non instantanea velocitas ejusdem electricæ scintillæ, ictus, percussio, commotio in intimis humani corporis partibus, strepitus etiam, quo eadem micat, exploditur, & sese projicit scintilla, verum exhibent fulmen, fulgur, & tonitrum.

231 *Secundo*. Effectus, & phænomena fulminis, & scintillarum electricarum, cum vivide excitantur, atque exploduntur, sunt omnino eadem, ut mille experimentis constat: Inter notissima fulminum phænomena, & effectus præcipue observantur sequentes, vividissimus splendor, quem oculi ferre vix possint, rapidissima, & vix non instantanea velocitas, qua in oculi ictu longissimum tractum percurrit, horrendus fragor, seu tonitrus; corpora in vapores resol-

vit

vit, inflammat accendit, in vitrum transformat, in calcem etiam redigit, vim magneticam excitat, atque communicat, & ut creditur, metalli formam terris ejus formæ capacibus inducit: hæc autem omnia non in uno, eodemque corpore, sed in diversi corporibus pro diversa eorum natura, & indole materia fulminis efficit. Et quidem fulminis splendor velocitas, fragor res sunt in omnium oculos quotidie incurrentes: incendia a fulminibus excitari, & corpora inflammari, ubivis fere locorum observatu (a): alios etiam relatos effectus a fulminibus productos observarunt *Franklin*, *Beccaria*, & alii. Relata autem phænomena a scintillis, & materia electrica etiam edi, & produci constat: & prima quidem in experimento Lugduno-Batavico, ut in loco exponimus; posteriora autem peculiaribus tentaminibus deprehendit *Franklin*, *Beccaria*, *Dalibard*, & alii, adeo ut dubitari amplius non liceat, a scintillis electricis vim magneticam communicari, communicatam aliquando destrui; vis enim magnetica ab electrica scintilla communicata, ab alia destruitur, si primæ illi fuerit æqualis, & opposita directione feratur: quin imo experimento comperit D. *Dalibard*, illud acus extremum, per quod scintilla electrica ingreditur, septentrionem respicere, ad austrum vero illud converti, per quod scintilla egreditur. Corpora tandem a vi electrica fundi, in vapores resolvi, in vitrum, in cineres redigi, pro varia nimirum eorum natura, textura, & indole iidemmet, & plures alii Physici experimentis compererunt. Scintillæ igitur electricæ, & fulminis effectus sunt prorsus iidem, eo solum interveniente discrimine, quod superius tradidimus: secundum igitur notissimam philosophandi regulam una eademque est omnium causa, & natura.

232 *Tertio*. Momentanea illa fulminis, & fulguris velocitas, cujus nullam hactenus mensuram habemus, cum illa convenit, quam in materia electrica observamus, & nulla etiam temporis mensura de-

(a) *Transact. Anglic. n.* 177.

determinare possumus; neque alius est in natura motus, aut materia, qua fulminis velocitas explicari possit, atque produci, quam vis, & materia electrica. Hæc omnia ab eo magis confirmantur, quod fulmen sit materia fluidissima, & verus peculiarisque ignis, motu rapidissimo delatus. Quis enim jam est, si rude vulgus excipiamus, qui fulmineos lapides non irrideat. Tria autem illa in una materia electrica observantur.

233 *Quarto.* Hæc una sententia est, & materia, qua mirabilia alioquin, atque terribilia fulminum phænomena explicari tandem possint, atque intelligi, ut statim præcipua capita evolvendo, conficiemus. Non negaverim, plurima etiam in exposita superius opinione eleganter exponi, atque idcirco aliqua ex ibi dictis veritati esse conformia existimo: illa tamen neque sufficit neqne, natura, aut omnia phænomena fulminum citra electricitatem produci, au explicari possunt.

234 *Quinto.* Ex immediatis etiam observationibus res pla e conficitur. Primo. Nulla supra horizontem formatur procellosa tempestas, nulla fulmina, aut fulgura eduntur, vel sonant tonitrua (dummodo procellosæ nubes cum eo loco, ubi extensa sunt fila, medio aliquo nubis ramo communicentur) quin fila ipsa eodemmet temporis momento, quo fulgura coruscant, peculiaria electricitatis indicia edant, aut aliqua in ipsismet electricis indiciis diversitas, & discrimen observetur, licet & procellosæ nubis corpus, & fulguris locus sint a filis metallicis remotissima.

235 *Secundo.* Nubes autem illæ, quæ cum procella nullo modo communicantur, seu in atmosphæra innatant ab aliis nubibus separatæ, licet supra fila ipsa immineant, nulla multoties electricitatis indicia in filis monstrant, contra vero accidit, vix nubes ipsæ cum procella communicent, fiantque tempestatum rami; tum enim continua semper est in filis electricitas.

Tertio. Hujusmodi electrica indicia, hoc est, scintillæ, penniculli, & alia eo vividiora, frequentiora, ma-

magisque micantia, & intensa in filis metallicis eduntur, quo fulmina, fulgura, tonitrua intensiora etiam, majora & frequentiora sunt, quo filis ipsis propius edantur, & quo humilius extensæ fuerint nubes.

Quartò. Cum fulgur scintillat, aliqua semper immutatio, seu perturbatio in signis electricis a filo metallico editis animadvertitur. Hujusmodi perturbationes multiplici ratione, & varietate accidunt; nonunquam magis intenditur, aut remittitur pennicillus, scintilla, stellula, quin situm, & ordinem mutent, hoc est, quin electricitas filorum speciem mutet, a positiva scilicet in negativam, aut vicissim convertatur. Aliquando repente micat pennicillus, ubi immediate antea videbatur stella, aut vice versa, atque electricitas speciem mutat. Illud tamen fere semper observatur, dictas electricitatis perturbationes esse instantaneas, & transacto fulgure, ad pristinum statum redire. Atque hæc quidem luculentissimis experimentis observavit *Franklin*, *Beccaria*, & alii (*a*.

Exposita hæc rationum momenta, observationes, & experimenta propositionem nostram ea in luce collocant, ut de illa dubitare non possimus. Plura, & clariora argumenta ulteriores physicorum observationes, atque diligentia suppeditabunt. Hæc scilicet illa est naturalis Philosophiæ pars, quam avidius, atque ardentius per id temporis colant Physici.

§.

Ulterior ejusdem propositionis confirmatio, multiplex fulminum phænomenon, & tota eorum theoria exponitur.

236 Nihil est, quo melius Physica alicujus natuturalis effectus causa probetur, atque efficacius demonstretur, quam si omnes phænomeni circumstantias secundum datæ causæ indolem, & notas proprieta-

(a) *Beccaria Elettricismo naturale. Lettera* 1., *e seguenti.*

tates, atque naturæ leges nitide explicentur, atque deducantur. Ita se rem habere in casu nostro, facile modo conficiemus, universam fulminum theoriam ex observationibus, experimentis, & datis notissimis gradatim evolvendo.

Primo. Nostrum telluris globum esse vastissimum Electricæ materiæ promptuarium, in quo ipsa sese recipiat, colligat, diffundatur, & conservetur, res est omnino certa, innumerisque experimentis confirmata, quorum aliqua in loco referimus. Omnia enimvero corpora, in quibus magna excitatur electricitas positiva, vel negativa, vix terram attingunt, eam amittunt; quia scilicet, si positiva sit, in terram illico sese diffundit, si negativa a tellure suppletur, & ad corpus negative electricum, ob vim expansivam, & æquilibrii legem pertransit.

237 *Secundo*. Aerem etiam esse corpus origine electricum, omnino constat; non parum igitur materiæ electricæ in sese semper habet; difficulter tamen, & parum vaporis ab illo extrahitur, aut in sese ab aliis corporibus recipit; ad utrumque enim æqualem opponit resistentiam. Et hinc aptissimus est ad materiam iis in corporibus v. g. nubibus conservandam, & retinendam, quæ aere undequaque circundantur.

Tertio. Præterea vero aerem, cum vapidus est, humidus, nebulosus, hoc est, atmosphæram, & nubes plurimum electricitatis positivæ pariter, & negativæ in se habere jam superius probavimus.

Quarto. Igitur juxta indolem corporum communicatione electricorum, cum tellure non communicantium, atque notissimam materiæ electricæ proprietatem, vim scilicet diffusivam, & ad æquilibrium semper tendentem, ignis electricus in tellure, aut nubibus superabundans, aut deficiens, aperta semel inter nubes, & tellurem communicatione, a terra ad nubes, aut vicissim sese projicit, maximoque cum impetu, atque vehementia scintillarum instar exploditur, perinde ut in experimento Lugduno-Batavico observamus.

238 *Quinto*. Similes etiam scintillæ, & ignis electrici eruptiones a nube in nubem transfundentur,

tur, atque explodentur; cum duæ, vel plures nubes, electricitate inæquales, & antea disjunctæ, communicare incipiunt, & sese primum contingunt. In iis enim omnibus eadem est ratio.

Sexto. Cum igitur duæ nubes antea disjunctæ ad mutuum contactum perveniunt, quarum una sit materia electrica valde onusta, alia vero negative electrica; ignis electricus, seu vehementissima scintilla a prima ad secundam nubem explodetur, atque in ictu oculi disparebit, & dissipabitur, ignisque electricus per utramque illam nubem ad æquilibrium componetur. Atque naturalis hæc electrica scintilla est purum purissimum fulmen, & fulgur, quam subsequetur tonitrus. Hoc tamen multo frequentius, atque intensitate longe majori accidet, cum vasta aliqua procellosa nubes magna electricitate positive, aut negative prædita primum incipiat cum tellure communicari. Cum enim maxima & in subjecto solo, & imminente nube supponatur electricitas contraria, amplissimæ, & intensissimæ scintillæ viribus electricis proportionales a nube ad tellurem, aut vicissim evibrabuntur.

239 *Septimo*. Hujusmodi Electricas, vehementissimas, atque vividissimas scintillas summa vi a nube in terram evibratas, & rapidissime longum aeris tractum percurrentes, esse verissima fulmina ex supradictis patet. Finge paruniper phialam Lugduno Batavicam paulatim augeri, quoad parvam aliquam nubem adæquet: si tum vero electricitas in illa, ut in experimento communi fit, accumularetur, & scintilla extraheretur; qui tandem esset evibratæ scintillæ splendor, impetus, moles, intensitas, rapiditas? Quanam vi, fragore, & violentia irrumperet, evibraretur, in ictu oculi sese per longissimum spatium projiceret? Quosnam effectus in obstantibus corporibus, in quæ exploderetur, efficeret? Tum vero violentissimum haberemus fulmen, ut tenuissimum in experimento communi excitamus.

240 *Octavo*. Fulmina, & fulgura unum idemque reapse sunt, scintilla nimirum electrica ab una ad aliam nubis partem, a tellure in nubem, aut vicis-

citism evibrata, & explosa. Scio, a nonnullis illa tantummodo dici fulmina, quæ una cum vivido splendore, qui oculos acute feriat, cum tonitru etiam, & fragore explodunrur; fulgura vero illa, quæ nullo strepitu silenti Cælo sæpissime evibrantur, & vivido lumine aculos perstringunt. Loquere, ut magis arriserit, qualecumque tamen illud discrimen ad rei substantiam non spectat, sed a majori vel minori materiæ electricæ densitate, copia, mediorum resistentia, conductorum dispositione, & similibus aliis circumstantiis pendet, cum eadem aliunde sit utriusque phænomeni materia, ignis nempe electricus vividissime evibratus, explosus, & celerrime per nubes, magnumque atmosphæræ tractum discurrens, & vastissimum horizontis, & hemisphærii spatium vivida luce illuminans.

9. Fulmina igitur, & fulgura nihil aliud sunt, quam naturalis Electricismus terræ, & atmosphæræ, atque ejusdem electricismi effectus. Naturalis, inquam, Electricismus inæqualiter in atmosphæra, & tellure, eo tempore, quo fulminat, & fulgurat, distributus, atque ob naturalem sese expandendi vim ad æquilibrium, & æqualitatem maxima semper vi adnitens.

PHÆNOMENA,

ET

COROLLARIA.

214 *Quæ hactenus diximus, immediatis experimentis ut plurimum constant; ex iis vero notissima fulminum phænomena sponte adeo descendunt, ut major traditæ doctrinæ confirmatio haberi non possit. Quæ igitur subjiciemus, propositionem non modo magis evincunt, & explicant, sed eas etiam difficultates solvunt, quæ in contrarium adduci possent.*

PHÆ-

PHÆNOMENON I.

242 *Habemus primo summæ illius, atque prodigiosæ velocitatis causam, qua fulmen per longissimum atmosphæræ tractum in ictu oculi transcurrit. Proprium id enim est materiæ electricæ phænomenon, atque effectus, quæ in parvis etiam nostris machinis, ubi minima electricitas viribus, arteque humana excitatur, & colligitur, per catenam, seu conductorem 2 aut tria milliaria longum ita celerrime ab uno ad aliud axtremum transcurrit, ut nulla hominum industria ne minimum quidem tempus in hujusmodi transcursu animadverti hactenus potuerit, sed uno eodemque temporis momento, quo extremitatum alteri communicatur electricitas, in alia insimul sese prodat* (a). *Immediata hujusce celeritatis causa est maxima illa vis diffusiva, & elasticitas, qua materia electrica prædita est. In hac Electricismi proprietate sistimus; ulteriorem enim, & simpliciorem ejus causam ignoro: satis mihi est, eam vim existere in natura, esseque velocitatis fulminis sufficientem causam. Quare ex summa fulminum celeritate recte superius argumentabamur contra eos, qui illam vel ex gravitate, vel ex projectione, atque explosione e nubibus, quasi a tormento bellico repetebant: perperam tamen id fieret contra vim aliam a gravitate, & pulveris nitrati explosione distinctam, qua proculdubio existit in natura, & ad effectum producendum, atque explicandum est omnino sufficiens.*

PHÆNOMENON II.

244 *Quod fulmen etiam fulgur, hoc est, vividissimum lumen circumquaque diffundat, quod oculi vix ferre possint, alia etiam est scintillæ Electricæ proprietas, & peculiaris character. Materia electrica præter alias hanc etiam habet ignis proprietatem, quod lucem circumquaque, et vividissimam quidem emittat, cum ita colligitur, ut scintillam ex uno corpore ad aliud*

(a) *Vide Lectiones de Electricitate.*

aliud evibretur, ut multiplici, ac communissimo experimento edocemur: igitur illamet materia, quæ e nubibus ingenti cum fragore evibratur, estque verum fulmen in ictu oculi ab uno ad alium remotissimum locum pertransiens, vividissime etiam lucet, vastissimumque spatium illuminat, estque verum fulgur. Quare nihil aliud in fulmine agnoscimus, quam unam eamdemque materiam electricam, quæ, cum in aliquo corpore densior, & magis collecta est, quam in aliis, ab illo evibratur, transvolat, citissime procurrit, lucet, & mille alia notissima phænomena edit. Luminis naturam, mechanismum, & actiones explicare hujus loci non est: probasse sufficiat, materiam electricam suopte ingenio evibrari, fulminare, & fulgurare.

PHÆNOMENON III.

244 *Tonitrus horrendique fragores, quos in fulminante Cælo audimus, sunt evibratæ scintillæ electricæ consequens, atque necessarius effectus. Cum e machina electricæ conductore, aut catena valde electrificata, imprimis vero e phiala Lugduno Batavica scintillam electricam admota digiti extremitate excitamus; scintilla, præcipue si vehemens sit, atque valde intensa, cum stridore, & fragore aerem perrumpit, & se si in digitum proripit. Hujusmodi fremitus, & stridor, qui in minima illa scintilla artificiali, per minimum aliquorum pollicum spatium projecta, est tenuissimus, & citissime evanescit, si scintilla electrica esset naturalis, & infinite fere intensior, atque per longum atmosphæræ tractum evibraretur, in horrendum etiam diuturnum fragorem, hoc est, tonitrum verteretur. Effectus scilicet esset semper crescenti causæ proportionalis. Fremitus enim, & stridor a violenta illa vi enascitur, qua scintilla explosa aerem, corpus nimirum origine electricum, & electricitati externæ maxime resistens, perrumpit, & velocissime dividit, atque propellit, ut in nitrati pulveris inflammatione animadvertimus. Fac ergo violentissimam, & intensissimam scintillam summo impetu per longum aeris tractum perrumpere, illumque violentissime propellere: totus ille aeris tractus fragorem edet rumpentibus*

viri-

viribus proportionalem: cum igitur fulmen sit violentissima scintilla electrica maximo impetu evibrata, horrendum post se fragorem edere opus est.

245 *In hujusmodi fragoribus, seu tonitribus plurima notantur phaenomena, quorum explicatio ex eodem fonte descendit.* Primo *Scilicet multiplex in diversis tonitribus, seu fulminibus, immo & in uno, eodemque fulmine percipitur soni differentia, initio v. g. acutus, postea paullatim ingravescens, deinde horrorem incutiens, & paullatim remittens: aliquando etiam uniformis; incipit nonnumquam satis vehemens, exinde languescit, repente deinde augetur, eoque pacto plurima in eo animadvertimus, atque distinguimus discrimina. Universa autem diversitas, & fragoris distinctio a minori, majori ve ignis electrici, seu evibratae scintillae copia, ac densitate, a varia aeris, seu atmosphaerae, per quam transit, resistentia, a diversa etiam fulminis distantia, scintillae divisione, & similibus aliis de causis, quae obviae sunt, & facile intelliguntur, originem ducit. Uno aut altero exemplo rem omnem explicabimus. Fulmen, seu scintilla electrica naturalis longum percurrit iter, ea vero dirigitur, qua nubes aptum efficit conductorem. Nubes, seu naturalis conductor tortuosum ut plurimum iter, & semitam format, altius, humiliusque jacet, prout & gravitas, & aliae suspensionis vaporum causae exigunt: hac etiam in parte copiosior & facilior est conductoris materia, in alia vero difficiliorem efficit tramitem: cum igitur in diversis nubium, seu conductoris, & tortuosi tramitis partibus multipliciter varietur & aeris resistentia, atque densitas, & evibratae etiam scintillae impetus, intensitas, & violentia; consequens inde est, ut fragores, seu tonitrua ab illis causis orta multiplici discrimine distinguantur.*

246 *Fragor, seu Tonitrus eo erit diuturnior, quo longior fuerit atmosphaerae tractus a fulmine percursus. Ab omnibus enim, & singulis semitae seu conductoris partibus sonus editur; cum igitur fragor a partibus valde a se invicem, & ab aure remotis edatur; aliunde vero sonus successive, & lente propagetur, fit,*

ut non simul ad aures perveniant fragores a vicinis, atque a remotis partibus editi. Opponi hic posset, fulminis fragorem in eodem fere temporis momento ob omnibus semitæ, & conductoris partibus produci, cum in oculi ictu longissimum illum tractum scintilla percurrat, & percurrendo edatur fragor. Verissimum hoc est, neque nobis contrarium. Fragor & tonitrus est diuturnior sonus, qui & eodem temporis momento a partibus valde inæqualiter ab aure distantibus producitur. Concipe lineam ab aure tua per duo milliaria distendi, per eamque in oculi ictu fulmen percurrisse: tonitrus, & fragor ab eo fulmine editus tamdiu durabit, quamdiu sonus dua milliaria conficere posset, hoc est, 16 fere minutis secundis: tantum enim temporis requiritur, ut sonus 4 parte duo milliaria ab auribus remota ad aures perveniat. Quare tonitrus insimul editur, sed successive auditur; ejusque partis prius auditur sonus, quæ auribus fuerit vicinior; cum citius ab illa ad aures perveniat. Si igitur fulmen versus nos dirigatur; sonum posterius editum, hoc est, ab aere nobis proximiore prius percipiemus; postea vero sonum prius, & remotius ab vibrato fulmine productum, ut ex dictis evidentissime constat.

Et hinc etiam est, quod illud fulmen, quod prope nos scintillat, evibratur, ibique edita strage dissipatur, & evanescit, quin longum atmosphæræ tractum percurrat, momentaneum tantum fragorem producat, qualis v. g. ab tormento bellico edi solet. Multiplici id experimento habemus, atque in iis potissimum fulminibus observatur, quæ e terra erumpunt, & citissime prope telluris superficiem disparent.

PHÆNOMENON IV.

247 *Fulmina arbores potissimum, montes, turres, aliaque editiora loca impetunt, atque feriunt: hujusmodi autem phænomenon ex notissimis materiæ Electricæ proprietatibus, & indole descendit. Editiora loca, puta montes, arbores proceræ, turres, cum magis a terra eleventur, ab procellosis atmosphæræ nubibus prius, & potius tanguntur, quam planities. & aperta loca; intra nubes etiam profundius penetrant, ab iisque*

que circumdantur. cum ergo nubes sint materia electrica referta, & tamquam naturalis conductor, aut capacissima catena electrificata, aut amplissima naturales phialæ spectari possint; montes, arbores, turres, corpora scilicet communicatione electrica, & cum telluris globo communicantia, spectari debent, tanquam experimentator, qui electrificatum conductorem tangit, ab eoque scintillam excitat, atque educit. Uno verbo, nubes procellosæ electricæ in terram moventur, & paulatim subsidendo appropinquant; in prima ergo illa corpora communicatione electrica, & cum tellure communicantia, in quæ descendendo, aut procedendo incurrerint, electricitatem suam exonerant, & quasi onustum nitrato pulvere sclopetum, aut elastica chorda violenter adducta, vim suam, atque scintillam electricam evibrant, & explodunt: prima autem illa corpora sunt montes, turres, proceriores arbores &c. Ex ipsa igitur electricæ materiæ natura sponte descendit naturalis, & obvii hujus phænomeni explicatio.

Deberent tamen, inquies, proceriores semper sylvæ alicujus arbores fulmine tangi, non vero humiliores, cum altius ascendant, & prius a nube, hoc est, ab electrificato conductore tangantur: oppositum tamen sæpe videmus. Resp. Teneret argumentum, si tam humilis, quam procera arbos per unam eamdemque nubis partem assurgerent, aut si omnes, & singulæ procellosæ nubis partes, quæ ab arboribus tanguntur, æqualem haberent electricitatem, & perfecte inter se communicarent, ita ut materia electrica ab una ad singulas omnes nubis partes eadem facilitate pertransire posset; vel tandem, quod caput est, & difficultatem solvit, si nubes inferius in unicam superficiem horizonti parallelam desineret, & æque ab omni parte descenderet: omnia autem hæc & ultimum, potissimum sunt falsa: inferior procellosæ nubis superficies est maxime irregularis, inæqualis, aspera. Si aliquando inæqualem terræ tractum, collibus, scopulis, & id genus aliis intercisum telescopio objecta invertente observasti, collesque, turres, scopulos deorsum versus & in aere pendulos adspexisti; inferioris nubium superficiei ideam non multum absimilem tibi comparasti. Hinc fit, ut nubes ob inæqualitatem ramorum deorsum tendentium, multo vi-

cinius humiliorem, quam elatiorem arborem, turrem, montem contingat, & feriat: nubea nimirum cuspides tubercula, & prominentes partes ad humilem plantam, casam, mappalia, solum pertingunt, per illaque scintilla electrica explod tur, dum interim arbor procera, turris, mons versus profundam aliquam nubis vallem, atque angulum assurgit, illamque minime tangit, atque hoc pacto ab omni fulmine immunis relinquitur. Et hinc mirum non est, quod in ipsas etiam planities, & alia humiliora loca fulmina multoties explodantur.

248 *Adde, quod materia electrica per corporum potius cuspides emmittatur, aut recipiatur, ut experimentis edifcimus, & in loco tradimus, montes autem, turres, arbores, & alia hujusmodi spectari possunt, tamquam naturales cuspides vastissimi hujusce terrestris globi, ut ex se patet: nil igitur mirum est, si per hujusmodi cuspides facilius, & frequentius in tellurem, aut e tellure displodantur fulmina: praecipue cum eadem illa corpora ex multis aliis capitibus fulminum ictibus pateant. Qui igitur evitandae tempestatis causa ad arbores confugiunt, atque ad earum truncum applicantur ramorum frondositate defendendi, periculo potius se exponunt, quam illud caveant.*

PHÆNOMENON V.

249 *Arbores tamen prae turribus, domibus, & aliis similibus, caeteris paribus, a fulmine tangi, comperta res est. Multoties etiam accidit ut homines aut animantia alia sub arbores confugientia, evitandae tempestatis gratia, evidentiori periculo sese exponant: partim scilicet, quia arbores ipsae frequentius, quam aperta planities fulmine feriantur, partim etiam, quia fulmina in arbores displosa, ab arboris trunco, per quem defendebant, ad homines trunco ipsi applicatos, aut prope stantes involent, in isque stragem edant, quam alioquin ipsimet arbori inferrent. Hujusce rei causa a nota quoque materiae electricae proprietate dependet. Materia electrica in corpora metallica prae humidis, aut animantibus, in humida aut animantia prae siccis disploditur, atque evibratur, & hinc in me-*

talla

talla potius, quam in vegetantia, & ficca corpora se se projicit scintilla. Omnia hæc ex machinis, atque experimentis electricis edifcimus. Fulmen igitur, seu scintilla electrica naturalis a nube, seu naturali conductore domos, & arbores tangente explosa per arbores potius, quam per muros evibratur. Per arboris vero truncum decurrens, cum ad eam altitudinem devenerit, cui homines, aut alia animantia, accumbunt, in ipsamet animantia, corpora scilicet minus resistentia, faciliusque materiam electricam admittentia, & transmittentia, sese projicit, arborem relinquens.

A plurimis accepi, fulmina in navim decidentia, cum ad aquæ libellam perveniunt, dissipari nullamque ulterius stragem edere. Phænomenon forsitan aliquando est verum, quandoque etiam falsum: utcumque res sit (neque enim illius auctor esse velim) si aliquando accidit, erit id electricitatis genio, & naturæ conforme: materia enim electrica in humida corpora facillime recipitur, per eaque diffunditur, dissipatur, transmittitur: naturalis igitur scintilla seu fulmen ad aquæ maris libellam, hoc est, ad magnam aquarum viciniam perveniens, per aquas dispergitur, & evanescit.

PHÆNOMENON VI.

250 *Vulgaria illa fulminum phænomena, seu effectus, quod scilicet aurum, aut alia metalla intra crumenam, gladium in vagina, vinum dolio contenta dissolvant, in fumos, & vapores resolvant, crumenis tamen, vaginæ, dolio parcant, atque intacta relinquant, aliaque multa iis similia peragant, ex notis materiæ electricæ proprietatibus, atque viribus descendunt. Scimus enim scintillam electricam in metalla & fluida se se maximo cum impetu projicere, aliisque corporibus parcere, seu potius alia corpora illi resistere, eam repellere, neque facile intra se admittere: dum ergo crumenis, vaginæ, dolio, siccis nimirum corporibus, & origine etiam multoties electricis parcit, ab iis non recipitur, neque ullum sensibilem effectum in illis producit, in contenta corpora metalla aut fluida violentissime incurrit, per totam eorum massam pene-*

trat, eos in illis effectus producit, qui sint fulminum viribus proportionales. Aliquando nimirum metalla fundet, in calcem, vitrum, fumos resolvet pro varia ipsorum corporum natura, & scintillæ viribus; nonnumquam vero calefaciet, ex parte fundet &c. Hæc etenim omnia cum scintilla electrica artificiali, tum etiam naturali communia sunt.

252 *In hominibus fulmine tactis multiplicia hæc, atque diversa phænomena passim observantur. Sunt qui in ictu oculi enecentur, quorum cadavera arida ut plurimum, atque exsiccata remanent dissipatis, atque in vaporem resolutis humoribus, in quos potissimum exeritur violentissima fulminis efficacia: sunt etiam, qui violentissime citra mortem tamen succutiantur: eos diceres scintilla Lugduno Batavica tangi: sunt, quibus præter succussionem omnes corporis membrorum pili ad intimas usque radices exurantur, & dispareant, quin aliud a fulmine patiantur malum. Sunt etenim pili vegetantes plantulæ tenerrimæ, suis etiam humoribus nutritiis imbibitæ; in illos perrumpit electricus ignis; cumque minimam illic resistentiam offendat, eos citissime comburit, & in vapores resolvit.*

PHÆNOMENON VII.

252 *Circa motum fulminum præter velocitatem jam superius explicatam sequentia potissimum observamus. Primo. Fulmina ut plurimum ab una ad aliam nubis partem. a nimbi capite ad ejus brachia, aut ramos, ut ita dicam, aut ab uno ad alium ramum transcurrunt. Secundo. Sæpe tamen a nube extra ipsam per medium aerem erumpunt, se se projiciunt & in corpus aliquod disploduntur, inter quod, & nubem non multum aeris interponitur. Cum hoc secundo modo fulmina evibrantur, immediate ante fulminis displosionem quidam in pervadendo aere sibilus, seu stridor, aut fremitus sentitur, ut propria observatione comperit* Wallis (a). *Tertio. Fulminum semita plerumque est obliqua, & maxime, dum scilicet per nubem ipsam move-*

(a) *Transact. Angl, apud Beccaria Elettr. natur.*

vetur, & multiplici angulo, acuto, obtuso, recto flectitur. Quarto. Multoties accidit, ut in medio interrumpatur, ita ut in duobus oppositis extremis fulgur appareat, quin in loco, seu nubis parte intermedia aliquid scintillæ deprehendatur: non eadem etiam est ejusdem fulminis in tota ejus semita splendor, sed magnum p erumque est inter unam, & aliam partem intensitatis discrimen. Quinto. Cum arboris alicujus fulmine tactæ examinatur truncus, atque fulminis vestigium, & viam observamus; non unum ubique eumdemque effectum animadvertimus: finditur aliquando ramus, aut etiam truncus usque ad quamdam altitudinem, post quam nulla amplius fissura, aut fulminis vestigium invenitur: truncus nonnumquam a summo fastigio ad radicem usque in plura schidia finditur: foramen per medium arboris truncum a fulmine apertum raro est rectum, uniforme, aut etiam continuum, sed tortuosum, multiplici angulo, atque curvatura inflexum, in plura minora foramina sæpe dividitur; interrumpitur etiam, atque in pluribus trunci partibus penitus disparet, & iterum postea animadvertitur, unicum, aut multiplex, tortuosum similiter, iisdemque, ut prius, inæqualitatibus distinctum. Similia phænomena edunt fulmina, quæ per domorum parietes, contignationes, portas, vitra, & cameras percurrunt, atque in iis tandem dissipantur.

253 *Omnia autem hæc, & bene multa alia fulminum phænomena relatis omnino affinia, quæ in aliis opinionibus non bene intelligi, atque explicari possunt, sunt pura materiæ electricæ corollaria, quæ ex ejus proprietatibus necessario consequuntur, ut modo paucis indicabimus. Materia, & scintilla electrica artificialis aut viam sibi facit, ut ab uno ad aliud corpus evibretur, aut per factam transmittitur: primum observamus, cum scintilla e conductore per interpositum aerem in corpus communicatione electricum, & conductori ex unius aut alterius pedis distantia admovetur; tunc enim cum conductor sit valde electrificatus, scintilla viam sibi per medium resistentem aerem cum fremitu facit. Secundum in materia electrica per conductorem, aut catenam transmissa locum habet. Conductor enim metallicus est via materiæ electricæ semper*

aperta. Scintilla etiam & materia electrica, ejusque vis & effectus intenditur, remittitur, distribuitur, aut unitur, lucet, extinguitur, iterum accenditur, dissolvit, destruit, inflammat pro varia intensitate, quam in via habeat, atque pro diversa etiam materiæ quantitate, conductoris divisione in varios ramos, & similibus aliis de caussis. Ex hac materiæ electricæ indole experimentis quotidianis confirmata, relata omnia phænomena derivantur.

254 Ad primum. Per mediam nubem ut plurimum percurrit fulmen, quia nubes ipsæ, utpute corpora vapida, ac proinde maxime humida, & communicatione electrica, sunt aptissimi electricitatis conductores, per quos summa velocitate evibrantur fulmina, ut ab uno extremo, ubi magna est electricitas, ad oppositum, ubi remissa est, explodatur, atque ad æquilibrium juxta ejus indolem virtutemque diffusivam componatur.

Ad Secundum. Si tamen nubes ipsa sit magnopere electrica, & alicui corpori in terra posito, communicatione electrico, sit vicinissima, ita ut exiguus aeris tractus tantummodo interponatur; sitque magna intensitatis differentia in nube, & in subjecto illo corpore; materia electrica nubis summo impetu per medium aerem irrumpet, & in subjectum corpus evibrabitur: id enim ipsum in machina electrica observamus. Sibilus ille, aut fremitus immediate ante fulmen animadversus, a materia electrica provenit, quæ contra aerem adnitens, eumque jam perrumpere, & dispellere incipiens, viamque sibi, & majori materiæ torrenti aperiens, prædictum fremitum, fulminis prænuntium, ob aeris resistentiam producit.

Ad tertium. Via fulminis est obliqua, ob tortuosum conductorem, per quem transmittitur: hujusmodi conductor est nubes, eæque nubis partes, quæ magis sint vapidæ, atque communicatione electrica: hæ autem partes continuam quamdam corporum seriem componentes, rarissime in lineam rectam disponentur, sed multiplici angulo, curvatura, & flexibus eam tortuosam semitam efficient, quam fulmina percurrere animadvertimus.

Ad quartum. Si naturalis ille conductor in aliqua nubis parte in multiplices ramos dividatur, aut in magnam

gnam capacitatem amplietur, exinde vero vel omnes rami in unicum iterum confluant, vel conductoris amplitudo iterum coarctetur; fulmen dum per multiplices illos ramos, aut amplissimam conductoris partem distributus transit, non apparebit; quia per multiplicem, aut ampliorem conductorem distributus minus habet virium, magisque debilitatur, in ratione scilicet inversa crescentis spatii, per quod transit. Eadem utrobique est percurrentis materiæ velocitas; sed quo majus fuerit spatium, magis ipsa erit dispersa, atque rara. Hinc igitur est, quod uno eodemque tempore idem omnino fulgur in diversis, atque interruptis locis appareat, & evibretur; materia scilicet electrica per semitam continuam æquali velocitate percurrit, sed non in omnibus conductoris, aut semitæ partibus lucet.

255 *Quartum ex modo dictis facile intelligitur: Scintilla electrica intra arboris truncum, sicut intra nubem, eam semitam, & viam sequitur, qua minor est resistentia, & conductoris partes ad scintillam deducendam aptiores ducunt: hujusmodi autem partes naturalem & continuum conductorem per mediam arborem componentes, modo in plures ramos dividuntur, modo unicum efficiunt truncum; hac in parte angustiorem componunt semitam, illa vero ampliorem. Materia igitur, seu scintilla electrica, quæ dum per unicum, & angustum quidem conductorem evibratur, satis habet virium, atque violentissimi impetus, ut conductorem ipsum rumpat, dissipet, inflammet, eoque pacto arborem findat, aut foramen aperiat, nihil simile in illa arboris parte efficiet; ubi ob conductoris in plures ramos divisionem eademmet electrica scintilla per diversos canales, seu conductores dividitur, & divisa debilitatur: magnam vero iterum stragem inferet in inferiori alia ejusdem arboris parte, si multiplex ille conductoris ramus in unicum iterum truncum confluat. Omnia alia, quæ in fulminum vestigiis, atque effectibus in arboribus, intra domorum conclavia observamus, sunt iis modo explicatis analoga, atque iisdem de causis ab electricis scintillis peraguntur: in iis igitur explicandis non immorabor, cum ex dictis nullo negotio deducantur, atque explicentur.*

PROPOSITIO XXIV.

256 *Fulmina aliqua erumpunt e nubibus, aut per nubes transcurrunt, alia etiam e Terra egrediuntur, atque sursum evibrantur.*

Hæc propositio est expositæ hactenus doctrinæ corollarium, atque observationibus præterea immediate innititur. Primo enim ex observationibus habemus, è procellosis nubibus atque illarum ramis alias esse positive, alias vero negative electricas, & in utroque casu copiosissimos materiæ electricæ torrentes a nubibus in terram, aut vicissim a terra in nubes transmitti, & è metallicis filis vehementer scintillare, ac secundum penicilli, aut stellulæ speciem projici: ignis igitur electricus, hoc est, materia fulminum, & fulmina ipsa tum à nubibus in terram, tum à terra in nubes disploduntur.

257 *Secundo*. Fulmina, quæ immediate e terra eruperint, & in aerem fuerint displosa, in transactionibus Anglicanis, Bononiensis Academiæ actis & alibi passim referuntur. Ad eorum numerum illa spectant, quæ multoties in cavernis, & subterraneis aliis locis, intra domorum etiam conclavia repente comparent, horrendum instantaneum tonitrum (tamquam tormenti muralis explosionem) edunt, fragem inferunt, & in ictu oculi disparent, quin vel e circumpositis locis in aere appareat fulgur, aut fragor existat diuturnus: non pauca autem hujusmodi fulmina efformari, a nemine ignoratur.

Facile etiam mihi persuadeo, fulmina aliqua ab una in aliam telluris partem per media ipsius terræ corpora percurrere, sicut ab una ad aliam nubis partem per mediam nubem percurrunt. Est enim telluris globus, ut diximus, vastissimum materiæ electricæ promptuarium; non tamen singula corpora, eumdem globum componentia, sunt æque electrica, immo inter illa sunt aliqua origine, alia vero communicatione electrica; alia magis, alia minus electricitatis in se habent, aliqua etiam magis, aliqua minus accipiendæ, aut transmittendæ materiæ electricæ resistunt: intra globum igitur sicut in atmosphæ-

phæra, materiæ electricæ æquilibrium interrumpi facile poterit: atque proinde hujusmodi materiam ab unis ad alia corpora per subterraneum naturalem conductorem magno cum impetu ev brari, dubium mihi non est. Terræmotus etiam prædictæ caussæ, & subterraneis materiæ electricæ explosionibus, transcursibus, ruptoque æquilibrio originem suam debent. Quæ in hac propositione dicimus, luculentius in sequenti confirmabuntur.

PROPOSITIO XXV.

260 *Fulmina, & copiosi illi materiæ electricæ torrentes, qui a nubibus in terram descendunt, ab una telluris parte, ubi major est positiva electricitas, ad aliam, ubi minor est, per medias procellosas nubes provenire, & transcurrere videntur.*

Satis hucusque demonstratum fuit, fulmina, fulgura, tonitrua esse purum putum electricismum naturalem, aut electricitatis effectum: Innumeræ igitur horrendæ & violentissimæ scintillæ electricæ naturales, & copiosissimi præterea ejusdem materiæ torrentes, et, si ita loqui fas est, imbres a procellosa nube in terram proripiuntur, atque descendunt, ut superius etiam satis demonstravimus, atque ex immediatis observationibus deduximus. Quantam enim materiam electricam vel una scintilla e conductore, aut phiala Lugduno-Batavica in ictu oculi extrahat, non ignoramus: quanta igitur illa erit, quæ ab amplissima procellosa nube plurimas leucas quadratas innundante extrahent innumeri illi naturales conductores, arbores nimirum, montes, turres, atque pluvius aer, immo & ipsæ aquæ guttæ? Omnia enim hæc per quadrantem, aut semihoram circiter ignem electricum e nube extrahunt. Unde tamen immensa pene illa materiæ electricæ copia nubibus communicatur? Unde illam habent, & extrahunt? A vaporibus ne, & nubibus aliis per aerem dispersis, ab aere ipso, an a terra? Hoc unum est, quod modo inquirimus, & decidimus. In hac autem propositione contendimus, nubes esse potius naturales fulminum conductores, ipsam vero mate-

riam

riam, & torrentem electricum ab ea potissimum telluris parte, quacum procellosa nubes communicat, erumpere, & per nubem ad eum ipsius ramum, aut terræ partem deferri, quæ & minorem habeat electricitatem, & procellosam nubem, quasi conductorem contingat, aut proxime circumstet. Neque tamen id de omnibus generatim fulminibus, & universa materia electrica a nubibus procellosis in terram displosa, sed de maxima utriusque rei parte affirmo: aliqua enim fulmina, & materiam electricam ab una in aliam nubem, cum ad contactum accedunt, exonerari, atque evibrari, dubium mihi non est.

259 Probatur igitur propositio. Si ab artificiali conductore, aut phiala Lugduno Batavica, quamtumvis intensissime electrificatis, vel unam scintillam educimus; alterum e duobus semper evenit, nimirùm vel tota illico conductoris electricitas exhauritur, vel siqua adhuc remanet, omnes scintillæ, quæ deinceps extrahuntur, sunt semper priori remissiores, & sensim semper languescunt, ita ut citissime finiantur, nisi nova semper electricitas ad conducto em accurrat: modo sic: e procellosa nube quæ amplissimo telluris tractui supereminet, & in imbres solvitur, innumeri fere naturales conductores per horæ quadrantem, aut semihoram amplissimos materiæ electricæ torrentes in terram continuo deducunt, ut ex filis metallicis edocemur. Ex ipsis etiam filis per totum illud tempus vividissimæ excitantur, & evibrantur scintillæ electricæ, quin subsequentes antecedentibus vivacitate cedant, aut electricitas languescere, ac minui animadvertatur. Supponamus parumper totam procellosæ nubis electricitatem, qua dum in imbres dissolvitur, omnino exoneratur, in ipsa jam contineri, cum fila scintillas edere cæperunt: tum vero aut primæ fil rum scintillæ totam nubium electricitatem exhaurirent, atque extraherent, aut saltem (si tanta statuatur in nube materia) scintillæ post primas paullatim semper, & successive languescerent. Cum igitur contraria omnia observemus, dicendum est, copiosissimos illos electricæ materiæ torrentes non contineri simul

in

in nube, sed aliunde adduci, & per nubem quasi per conductorem transmitti: praecipue cum scintillae non modo non languescant, sed multoties etiam versus finem intendantur.

260 Unde tamen copiosi illi materiae electricae torrentes in nubem adducuntur? Ab aere ne, an a vaporibus, aut aliis nubibus hac illac per aerem sparsis? At Aer, corpus origine electricum materiae electricae tam accipiendae, quam emittendae resistit; licet enim plurimum ignem electricum contineat, illius tamen est tenacissimus, & sicut alterius electricitati resistit, ita propriam tenacissime retinet (*a*). De vaporibus, & nubibus separatis quaeri similiter potest; unde electricitatem, si quam habeant, acceperunt? Non inficior, ut jam dixi, aliqua fulmina a separatis illis nubibus evibrari, cum illae ad procellosam nubem adjunguntur. Si enim sint inaequaliter electricae, ut plerumque fit, ab una ad aliam electricitas evibrabitur. Sed circa has nubes separatas, & paullatim ad procellosum nimbum se se adjungentes, comperta habemus sequentia, eas secundarias, & separatas esse ut plurimum negative electricas, cum procellosae nubes saepissime habeant positivam electricitatem: aut saltem electricitatem potius, & frequentius a procellosa nube accipiunt, quam illi impertiant, minoremque proinde habent vaporem: fulmina igitur a procellosa potius in adjunctam nubem, quam e contrario explodenturur.

Secundo Adscititiae hujusmodi nubes & magnitudine, & numero exiguae tot fulminum materiae suppeditandae quot e procellosa saepissime nube erumpunt, impares omnino sunt: cum saepissime effingentur nimbi, fulminum numero horridi, dum rarae, & paucissimae in atmosphaera existunt separatae, atque adscititiae nubes. *Tertio*. Cum in copiosissimum imbrem jam resolvitur procellosa nubes, totamque alicujus loci circumpositam atmosphaeram obumbrat, nullae jam tum supersunt adscititiae nubes a nimbo sepa-

(*a*) *Beccaria loco cit.*

feparatæ, fed omnes quotquot in ejus loci cælo erant difrerfæ, adfunt præcipuæ nubi, aut nimbo adjunctæ, & tota procellofa nubes eamdem ubique habet denfitatem: nihilominus tum maxime ingeminantur, & intenfiora funt fulmina, & major in filis metallicis animadvertitur electricitas: hæc igitur ficut & fulmina ab hujufmodi nubibus non proveniunt.

261 Attamen, opponis, vaftiffima eft procellofæ nubis capacitas: in illa proinde tota illa materia electrica comprehendi, atque contineri poteft, quæ per femihoram in tellurem defcendit, atque tot fulminibus ignem electricum fuppeditat. Deinde nullas adfcititias nubes etiam tum nimbo adjungi, cum ipfe jam in imbrem folvitur, auctor effe nolim; cum interea temporis neque procellofæ nubis latera, & circumftantem atmofphæram, neque fuperiorem ejus partem obfervare poffimus. Refpondeo. Ampliffima eft nubis procellofæ capacitas, fed per innumeros etiam conductores materiæ electricæ torrentes in terram emmittit. Sunt præterea omnes nimbi partes in unicam continuatam nubem redactæ, ut materia electrica ab una in omnes alias nimbi partes facillime diffundi poffit; femper igitur redit argumentum fuperius pofitum: Scintillæ fcilicet, & torrentes electrici ab initio femper paulatim languefcerent. Deinde procellofas nubes non tantum a parte inferiori, fed etiam a lateribus, & a fuperiori parte obfervamus, cum fcilicet e loco nubibus altiori, aut extra procellæ ambitum rem contemplamur: undecumque autem obfervationem inftituamus, nullæ aut rariffimæ apparent adfcititiæ nubes, e quibus prodigiofi illi electrici torrentes provenire, atque derivari poffint.

262 *Secundo*. Procellofæ nubes aliqua femper ex parte horizontem attingunt, & cum telluris globo communicant: & licet interdum immediatum, & fenfibilem nubium cum terra contactum non defpiciamus: id vel ex diftantia, & locorum difpofitione, atque fitu provenit; vel ex eo, quod non denfa ipfa nubes, & augefcentis nimbi caligo, fed aliquæ vaporum virgæ, columnæ, rami & terram, & den-

densam nubem attingant, neque tamen sint satis densi, atque obscuri, ut oculos percellant, nulloque studio observentur. Uno verbo, nubes illa plerumque est procellæ initium, & prima, ut ita dicam, basis, aut fermentum, cum horizonte communicat, sensim augescit, ampliatur, ascendit, expanditur, circumpositas nubeculas ad se trahit, & secum unit, ramum unum, vel alterum versus aliquam horizontis plagam paullatim extendit; hujusmodi ramus, dum extenditur, paullatim crassescit, circumpositas separatas nubeculas sibi adjungendo, & interim in longum semper diffunditur, quo ad im editiorem aliquem terræ locum, montem, collem incurrat, aut pondere, vique diffusiva suæ electricitatis parumper ad horizontem descendens, cum aliquo tandem telluris tractu communicat, & in imbres per totum illum tractum solvitur. Dum interim hæc omnia fiunt, fulmina a procellæ basi per totam deinceps nubem, ejusque ramos, aut vicissim, fulgurant, & evibrantur; ita ut pro ratione intensitatis, & multiplicitatis fulminum in ipsius nimbi capite, ac basi, & ramo velocius efformetur, ascendat, ampli etur procella, atque promoveantur seu exerantur rami (*a*). Hæc, inquam, quæ communissima est, formandæ tempestatis ratio, progressio, ampliatio, diffusio, & tandem resolutio satis evincit, ipsummet nimbi corpus electricitate paullatim formari, assurgere, electricitate promoveri, dilatari, nubes adscititias ad sese trahere, & tandem in longinquum telluris tractum displodi; unaque secum vapores, & imbres in tellurem devolvere.

263 Cum dico vapores a materia electrica deorsum etiam in tellurem trahi, propriam eorum gravitatem non excludo, immo ad unum eumdemque effectum, pluviæ scilicet formationem, & lapsum utramque causam influere intelligo; majorem enim vaporum gravitatem specificam eos deorsum detrudere, res est manifesta, ut in loco explicamus; alia vero ex parte electricam materiam, dum ab uno ad

(*a*) *Observ. Beccariæ. loc. cit. lettera 10.*

ad aliud corpus percurrit, una secum levia corpuscula deferre, in quæ incurrit, aut in quibus ipsa con inetur, immediatis observationibus constat.

Ex his atque aliis, quæ prudens omitto, si non certo, quod dicere non audeo, satis probabiliter infertur, nubes procellosas esse tantummodo naturales fulminum & materiæ electricæ conductores, per quos ab una telluris parte ad aliam diffunditur. Ex u a enim parte certum mihi est, fulmina omnia esse purum putum electricismum; ex alia vero aliud non est præter telluris globum, unde nubes eam materiam accipiant. Rursum in hoc fulminum, seu naturalis electricismi systemate, aut potius theoria omnia fulminum phænomena quadrant, intelliguntur, atque ex notis materiæ electricæ proprietatibus deducuntur.

264 Argumenta, quæ in contrarium adduci possent, ex ipsis tantumodo fulminum effectibus, atque phænomenis peti debuissent. Cum ergo phænomena ipsa satis nitide, nisi fallor, secundum mechanicas vires, & naturalem electricismi proprietatem hactenus explicuerimus; ipsamet explicatio & difficultatem solvit, & theoriam confirmat.

Objici tantum posset, materiam electricam, si ab una telluris parte ad nubes elevatur, ut ad alium ejusdem globi tractum impetu deferatur, per ipsam potius telluris massam, & corpora, quam per medium aerem viam sibi facere, atque pertransire debuisse. Præterea enim quod in artificiali electricismo, & machinis electricis observemus, aerem materiæ electricæ dissipationi, & diffusioni resistere, illam circa conductorem retinere, neque alio transmittere; major sane erit aeris, quam terrestrium corporum resistentia: cum igitur materia electrica ab uno corpore in aliud per breviorem, & infimul minus resistentem, qua potest, viam dirigatur; brevior autem sit, minusque resistentiæ in via per media corpora terrestria, quam per atmosphæram existat; primam illam præ secunda arripiet materia electrica.

Resp. Ut argumentum valeret, probandum omnino esset, corpora terrestria universa minus electri-

ctricitati transmittendæ resistere, quam aer: id autem neutiquam demonstrari potest; quin immo oppositum ab electricis artificialibus experimentis constat. Scimus enimvero electrificatum corpus v. g. conductorem metallicum, si mediis resinosis, aut similibus aliis materiis a terra separetur, vim suam diuturno tempore servare: constat etiam, eumdem electrificatum conductorem aere circumdatum vim suam paullatim amittere, aeremque, vaporibus semper impurum, eo minus materiæ electricæ resistere, faciliusque illam recipere, atque transmittere, quo magis extiterit vapidus. Jam vero duo etiam hæc omnino constant, atmosphæram eo potissimum tempore, quo tempestates efformantur, maxima vaporum vi refertam existere; ex eoque proinde capite electricæ materiæ longe minus resistere: Globum deinde telluris, & suppositum procellosæ nubi tractum quamplurimis diversarum specierum corporibus, & corporum stratis esse compositum; quorum multa sunt origine electrica, ac proinde transmittendæ electricitati resistunt: ex hisce duobus sequitur, per atmosphæram potius, quam per media terrestria corpora viam sibi facere materiam electricam.

265 Plurima alia pretermitto ad rem præsentem spectantia, datæque doctrinæ corollaria, aut phænomena, quibus supradicta omnia confirmarentur, ne longius, quam par est, abeamus. Unum tamen aut alterum doctrinæ gratia indicabo. *Primo*, Illa telluris loca, aut regiones, quæ plurimis ignivomis montibus abundant, frequentioribus, atque horridioribus tempestatibus, fulminibus, sicut etiam terræmotibus sunt obnoxiæ: exemplo sint Japponia, Quitto, Perù, atque plures aliæ Americæ provinciæ, ut videre est apud *Ulloa* (a), *Charlevoix* (b) & alios passim ejusdem argumenti Scriptores. Ex quo non levis conjectura duci potest, materiam electricam non modo tempestates gignere, sed in terræmotus etiam, atque ignivomos montes influere.

Secundo Stellæ cadentes, & plurima alia ignea me

(a) *Relacion del viage al Perù*.
(b) *Histoire du Japon*.

metheora aut sunt omnino scintillæ & materia electrica ab una ad aliam udi aeris partem evibrata, aut non parvam cum hac causa affinitatem habent. Per hæc tamen non inficior communem alium hæc phænomena explicandi modum, quem infra etiam tradam. Ad unum fortasse eumdemque effectum duæ causæ, alioquin non dissimiles, & in natura existentes concurrunt. Quod lente hujusmodi metheora decurrere videantur, nihil omnino officere potest; materia enim electrica, cum per medium non resistens, conductorem scilicet, & catenam metallicam, per nubes atque per alia hujusmodi aptissima media transcurrit, velocitate fertur, quam in catena, & fulmine observamus; si tamen per aerem aut per aliud resistens corpus transeat, lentius ad resistentiam superandam, & viam sibi violenter aperiendam movebitur. Similia multa habemus exempla in ipsismet fulminibus, quæ aliquando igneorum globorum forma hac illac, non tamen in ictu oculi transcurrere videntur; ut superius in observationibus retulimus.

266 *Tertio*. Nauticos illos ignes, quos *Castorem*, *Pollucem*, *Santelmum* nautæ appellant, cum aut ingruente, aut remittente, aut perseverante tempestate appareant, propriumque aliunde scintillarum electricarum, stellularum, aut pennicillorum caracterem habeant; luceant, scintillent, discurrant, evibrentur, malo, antennis, aut aliis navigiorum partibus adhærere videantur, hoc est, tamquam stellulæ, aut pennicilli electrici per aliquod tempus emittantur, aut recipiantur; vix dubium mihi superest, inter electricas scintillas esse numerandos.

267 *Quarto*. Pessime sibi, vitæque suæ consulunt, qui, dum cælum supra, aut prope illos fulminat, sub arboribus se se recipiunt, supra montes, colles, aut editiora alia loca permanent, aut prope humida, & metallica corpora consistunt, si hæc in altum eleventur, ita ut conductoris munus subire possint. Fulmina enim, & omnes scintillæ electricæ hæc amant corpora, in illa maximo cum impetu se se projiciunt, per illaque, vix nubes ad eorum contactum, aut viciniam appropinquatur, violentissime

&,

& summa celeritate exploduntur; metallica tamen præ animantibus, aliisque humidis, humida præ siccis præferunt: quin imo sicca corpora relinquet materia electrica, ut in humida, vegetani a, animalia transiliat, his etiam relictis ad metallica involabit. Quare cæteris paribus, majus erit a metallicis, quam a reliquis omnibus; ab a boribus, atque humidis, quam a siccis periculum. Alia tamen ex parte conductores metallici, si sufficienti numero, atque capacitate circum nos statuantur, ab omnibus fulminibus nos tueri, omnemque fere eorum materiam electricam in sese recipere, ac in tellurem transmittere possunt. Circa hæc ex alibi dictis animadvertendum est, per conductores longiores, capaciores, aut plures numero majorem materiæ electricæ quantitatem, copiosioresque torrentes percurrere, atque transmitti posse, quam si conductores sint breviores, aut angustiores, aut pauciores numero existant. Fulmina deinde alia aliis sunt violentiora, majorique impetu, materiæ copia, atque densitate exploduntur. Et hinc unus idemque conductor, seu filum, aut tubus metallicus, qui ad debile fulmen accipiendum, & per se se transmittendum satis erit, ab alio intensiori fulmine dissolvetur, neque ad illud transmittendum, atque a nobis arcendum sufficiet. Generatim tamen verum semper erit, conductorem quemcumque metallicum rite dispositum vim fulminis minuere; in se se recipere, & alio derivare. *Secundo*. Melius, tutiusque a fulminum ictibus, & strage domos defendi, si plures, longiores, & capaciores conductores metallici ad earum muros, aut angulos, vel in exigua ab iis distantia statuantur, quam si angustior, brevior, aut nullus etiam sit hujusmodi conductor. Hæc omnia verum habent in hypothesi displosi fulminis: utrum vero conductoribus hisce aliquando fiat, ut ad nos dirigatur fulmen, quod alio, conductore sublato, dirigeretur, eoque modo periculum potius augeant, quam avertant conductores metallici, ab ulterioribus circa rem hanc experimentis, & observationibus ediscemus.

LECTIO VII.

De Aliis Metheoris igneis, Stellis Cadentibus, Trabe, Columna, Ignibus fatuis, Pyramide, Clypeo; præcipue vero de Aurora Boreali, & tandem de Metheoris Aqueis.

268 Stellæ cadentes sunt, quas sequentibus versibus eleganter descripsit Virgilius (*a*).
Sæpe etiam Stellas Cælo impendente videbis
Præcipites Cælo labi, noctisque per umbram
Flammarum longos a tergo albescere tractus.
Accensi nimirum globi, stellam referentes, & noctu per aerem transcurrentes, vel prolabentes; brevi tamen dissipantur, & evanescunt. Noctu solummodo videntur, non quia interdiu sæpissime non accendantur, sed quod solari luce obscurentur. Harum materia eadem est, quæ fulminum. Ignis nimirum Electricus una cum vaporibus a terra in atmosphæram elevatus, illicque collectus, accensus, eaque directione ab uno ad alium locum decurrens, quæ conductor, hoc est, vaporum semita ducit. Aliquando etiam idem, & similia alia phænomena edunt aliorum corporum particulæ, sulphurei scilicet, & subtiles halitus, facile inflammabiles, sursum elevati, & in aere fermentatione, frictione, concussione, aut alio quocumque modo accensi. Deorsum aut in transversum apparenter tantummodo decurrunt, ut de fulminibus supra diximus. Eam sequuntur directionem, qua sui pabuli vena ducit: prope terram accenduntur: nullum tamen tonitrum edunt, ob nimiam, qua præditæ sunt, raritatem, & subtilitatem: neque enim omnes spiritus sulphurei, & subtiles, dum inflammantur, sonum edunt. *Stellas cadentes* arte fieri, certum est; si enim, inquit *Musschenbroek* (*b*) = Camphora cum nitro, limoque ter-

(a) *Georg. l.* 1 *v.* 365.
(b) *Elem. Phys.* 11 1523.

terrestri, vino, vel ejus spiritu irrigua in formam globi compingatur; hic globus incensus projectusque per aerem stellam cadentem cum simili residua tenaci fæce perfecte refert =.

269 Ea, quam modo diximus, ratione fiunt plurima alia metheora ignita, quæ diversis pro formarum, & figurarum varietate nominibus donantur, eademque materia constant, qua *cadentes stellæ*. Plurimæ scilicet exhalationes, halitus subtiles, & inflammabiles sursum elevati, in unum locum confluentes, in aere natantes, & casu aliquo incensi: potissimum vero vapor electricus, qui in nubibus, atmosphæra, singulisque ejus corporibus existit, plurimasque ibi mutationes patitur, atque vicissitudines, hisce omnibus causa sunt, materiam, & alimentum præbent. Perbrevis plerumque est eorum duratio; quia tenuissima, qua accenduntur, materia facile dissipatur. Si cylindricam formam referat exhalatio; nuncupatur *columna*: *pyramis*, si e latiori basi in acumen desinat: *Clypeus*, si figuram habeat & planam, & rotundam. Si horizonti parallela, & longa insimul existat, *Trabs*: *Draco*, si media in longitudine, in ventris formam intumescat: *Caprea saltans*, si rotunda quidem figura pendentes veluti circa se quosdam habeat floccos, & irrequieto simul motu hac illac dissiliat.

270 Alii etiam sunt ignes, accensam candelam referentes, qui in cæmeteriis, locisque uliginosis noctu aliquando apparent, motuque irrequieto, & irregulari, qualem in homine rationis impote observamus, huc illuc moventur, & dissiliunt; fugientem hominem sequuntur, sequentem fugiunt; *ignesque* proinde *fatui* nuncupantur. Hujusmodi ignes, quod in cæmeteriis appareant, rude vulgus Cacodæmones, aut mortuorum animas occulta Numinis providentia illic commorantes reputat, & panico terrore refugit. Eorum natura, & materia multiplex esse potest. Vel enim est eademmet, quæ fulminibus communis habetur, ut hactenus explicavimus; vel Uliginosi aquei halitus & spiritus subtiles ex diversis corporibus uliginosis erumpentes, sursum elevati, secum ipsis permisti, & naturalis

K 2 fer-

fermentationis beneficio, lucidum, & luminosum, non tamen ardentem, phosphorum componentes; qui tamdiu lucent, quamdiu subtilis materia non dissipetur, & evanescat. Irregularis eorum motus ab aere commoto provenit. Hominem progredientem anterior aer refugit, seu potius repellitur; sequitur posterior, in locum scilicet ab homine desertum successurus; eum igitur motum habebunt exhalationes, aut phosphori in prædicto aere innatantes. Apparent vero plerumque in cæmeteriis; quia dum numerosa illa, pinguia, & oleosa cadavera humana putrescunt; omnis illorum materia, si ossa, & caput mortuum excipias, pinguedo, spiritus subtiles, salia, partes oleosæ & inflammabiles sursum supra terram erumpunt, atque supra cæmeteria atmosphæram quamdam, seu subtilem nubem perenniter formant, quam nos etiam respiramus, dum illic commoramur.

271 Hujusmodi ignes, non tantum lucere, sed calore etiam minime innoxio ardere, inde constat, quod si in aptam, & facile inflammabilem materiam incurrant, aut illi adhæreant; incendium non semel produxerint. Sunt & alii ignes quos *lambentes* appellant; propterea quod animalium cutem, capillos, caput, frontem lambere videantur; accenduntur enim aliquando, & apparent circa animalium capillos, frontem &c.; atque ex uliginosis & spiritosis halitibus, & igne electrico, qui ab animalium corporibus transpiratione erumpit, efformantur. Si enim animantia aliqua calidis admodum, & uliginosis alimentis aliqua do nutriantur; plurimas ex se ejusdem naturæ exhalationes, & spiritus per transpirationem emmittere necesse est, qui in flammam innoxiam accendi facile possunt.

272 Alia tandem sunt metheora, seu accensi ignes, qui ingruentibus procellis circa navigia, antenas & vela aliquando apparent. Si gemini appareant, *Castor*, & *Pollux*; retento scili et nomine ab antiquitate hisce phænomenis indito, appellantur; & faustæ navigationis omen esse æxistimantur. Quod si unus duntaxat appareat ignis; *Helenam* veteres, *Santelmum*, corrupto sancti *Erasmi* nomine, recentio-

tiores nautæ Chr ftiani nuncupant, qui eodem nomine geminos etiam ignes appellant: perfuafum fcilicet iis hominibus eft, *Santelmum*, feu S. *Ermum*: vel potius S. *Erafmum* navigantes, quorum habent patronus, larvata forma inuifere. De his omnibus jam fupra differuimus.

DE AURORA BOREALI.

DEFINITIO.

273 *Lux Septentrionalis* feu *Horizontalis*, quam alio nomine (ob quamdam phænomeni cum vera aurora fimilitudinem) *auroram borealem* nuncupant, eft nubes quædam rara, diaphana, & luminofa, quæ noctu, filente luna verfus feptentrionem prope Horizontem interdum apparet. Hujufmodi auroram, feu potius lucem feptentrionalem, quæ pluribus jam a fæculis in cælo obfervatur, longe frequentius hac noftra tempeftate, quam elapfis jam fæculis in cælo videmus: annis utique a Chrifto nato 584, 85, 86, 87; 992, 993, 1621, 1707 (*a*) obfervatum iftud effe phænomenon conftat: ab anno tamen 1716 ad annum ufque 1726, fingulis femper annis nova apparuit aurora: frequenter etiam ab eo tempore eam lucem fpectamus.

274 *Phænomenon ego non melius, quam* Petri *van* Mutchembroek, *philofophi, & obfervatoris egregii, verbis exponam. In plaga cæli Borea, inquit, qua aut verfus feptentrionem eft aut ab eo fe ufque ad ortum, vel ab altera parte ufque ad occafum extendit, apparet nubes, quæ aut jacet in Horizonte, vel ad paucos gradus, raro ad 40, fuper eum elevata, ufque ad illum tamen fæpe exporrigitur: vel eft nubes ab Horizonte feparata, ita ut inter eam, atque Horizontem cælum carne m confpiciatur: Quoad longitudinem, partem Horizontis variam occupat a 5 & 6 gradibus ufque ad 100, & ultra. Nubes hæc eft alba, parum lucida; fæpius fpiffa, & atra. Ejus fuperior limbus horizonti para lelus eft: interdum tamen in formam arcus g b fus eft, adeo ut fit inftar orbicularis, difci fu-*

pra horizontem aliquantulum adscendentis. Non-quam margini supremo atræ nubis adhæret limbus l. concentricus, albus, sive lucidior; immo & infe. margini nubis nigræ limbus lucidus adhærere observ est, nisi fuerint ambo limbi clari duarum atrarum bium a se distantium, & quarum una altius s. horizontem adscenderit altera, uelut ex aliis obser tionibus colligendum videtur.

275 *Pars atra nubis aliquando in albam, lucent que conversa fuit, postquam aliquamdiu arserat a ra, plurimasque vibrarat coruscantes virgas: sed rediisse ad priorem opacitatem quoque observata fu Clarius lucet cælum supra limbum nubis supremum; hæc claritas continuo mutatur nunc aucta, nunc nuta. Ex limbo supremo jactus excutiuntur copiosior paucioresve sibi propinqui, aut aliquot gradibus dista tes admodum lucentes, ac si liquor fulgens cum sum impetu ex fonte elideretur. Jactus est parum luci fumidique ignis: tamen qua parte ex limbo exit, fu gentissimus, & angustissimus est. Rarior fit, mini fulgens, & latior, quo ab origine plus recedit: fulg rem sequitur minus lucens, fumique instar materia e eodem limbi loco; quam mox subsequitur iterum fu gentior, ac si ex fontis fistula expelleretur aqua, cu hinc inde interspersus foret aer, æquabilem aquæ jactun turbans. Pernicissima rapiditate luminosa hæc materi exploditur. Aliquando ex latiori apertura assurgit co lumna lucida, lente, æquabili motu, in progressu la tior, sibi cohærens, nec limbum nubis deserens, qua 10 20 min, & ultra perstat, cum viderim, aliquai perdurasse 4, vel quinque minutis; sed hoc insolentius, veluti & illæ, quæ basi latiori adhærent nubi, & apice attenuato sursum adscendunt.*

Sunt quoque columnæ, quæ simul ac ex limbo exiverunt, non videntur, sed postquam aliquousque progressæ sunt. Hæ cum limbo non cohærent, sed ex aere sereno prognatæ apparent. Stant columnæ perpendiculares ad Horizontem: aliæ obliquæ, aliæ arcus formam induunt, aliæ quasi ex centro orbicularis nubis vibrantur: sunt variæ longitudinis, cum aliquando tantum ad 4, vel ad 5 gradus a limbo nubis assurgant: Si cum rapiditate exierint, interdum usque ad Zenith ob-

ser-

servatoris pergunt. Si rapidissime explodantur, ultra Zenith transeunt, immo usque ad Horizontem meridionalem. Non semper ex nube directe ad Zenith adscendunt; sed quoque ad latera feruntur, præcipue si in plaga inter septentrionem, & ortum, vel occasum media nubes lucifera suspensa sit.

229 *Observatus fuit a* D. Kirchio *locus, ad quem columnæ concurrebant, qui* 29 *gradibus a Zenith ad austrum declinabat. Columnæ lucidæ lucem albam, rubescentem, sanguineamve continent; promotarum color in decursu interdum mutatur, ut Iridem referat. Cum quædam ex diversis limbi plagis emissæ sibi in Zenith occurrunt; secum permiscentur, partibus se penetrantibus, dividentibus, qualibet directione circa se convolutis: tum nubeculam spissiorem formant, quæ mox ab omni parte incensa, vehementius, quam ante, ardet, lumenque spargit viride, cæruleum, purpureum. Hæc illico locum relinquens sub forma claræ nubis ad plagam cæli australem se recipit. Observata quoque fuit a* D. Hallejo, *&* Majrano, *aliquamdiu permansisse & formam sphæricæ fornicis in medio perforatæ induisse.*

Columnæ novæ aliquando præcedentes & evanidas cito subsequuntur: Nonnunquam aliquot minutis fomes quasi languet, antequam novas progignat. Columnæ lucidæ adeo raræ sunt, ut per eas stellæ primæ & secundæ magnitudinis transpareant. Hæ quoque sæpe videri possunt trans nubis limbum album; immo visæ fuerunt trans nubem nigram, quamquam hoc rarius. Columnæ sæpe insensibiliter quasi in cælo desinunt, vel dissipantur, adeo ut id a parte meridionali serenum maneat. Quandoque tamen in iis locis, ubi desiisse columnæ videbantur, aliæ inopinato eruperunt. Interdum in nubeculas lucentes abeunt, quæ a plaga quadam septentrionali ad meridionalem provolvuntur. Ideo postquam aliquamdiu duravit meteororum, cæli magna pars nubibus raris completur. Interdum ex nube lucis fomite rapidissime lucens materia rarissima exploditur; ita ut nec stellas sextæ magnitudinis intercipiat. Hæc materia intervallis æqualibus nunc lucens, nunc extincta se habet, ac si in undarum forma proveheretur, in descensu lucentium in adscensu opacarum... Vidi quoque a limbo lucentis nubis abruptas fuisse nube-

culas lucidas a septentrione ad austrum delatas, nec lumen vibrantes. Non semper coruscantes columnæ ex nube expelli videntur, quippe contingit ut horizon, qua late patet, tantum ardens luce clarissima appareat, atque ex hac luce subinde breves fulgentiores columnæ exeant (a).

277 Habes præcipua auroræ, seu lucis Borealis phænomena, effectus, & apparentias, quæ sunt in aliis aliæ, ut videre est apud *Regnault*, & alios qui hæc accuratissime observarunt.

Antequam aliquid de illius causa, & natura statuamus, nonnulla sunt animadvertenda: Primo. Hujusmodi auroras septentrionales esse inter se magnitudine, figura, colore, duratione, & mille aliis effectibus, & apparentiis diversissimas. Aliæ enim statim sub prima noctis crepuscula; nocte jam cadente aliæ apparent: Sunt quæ totam fere noctem teneant, dum aliæ paucis tantum horis, vel breviori adhuc tempore spectantur. Secundo. Sunt etiam lumine admodum dissimiles: aliæ scilicet auroram plane referunt, unde illis nomen inditum: Clarius etiam nonnunquam fulgent aliæ: clariorem lunæ lucem interdum imitantur, ita ut noctu, dum luna silet, ad hujusmodi phænomeni claritatem homines se mutuo dispiciant, epistolas legere, & civitatis ædificia distinguere valeant.

278 Tertio. In regionibus australibus nunquam hujusmodi phænomenon observatum legi. In regionibus etiam Europæ ad meridiem jacentibus, puta, *Hispania*, *Italia*, *Græcia* raro, aut fere nunquam deprehenditur: Ex adverso autem, quo magis ad septentrionem acceditur, eo frequentiores sunt auroræ. Bene multas *Gallia*, plures *Britannia*, & Germania, plurimas Suecia, Noruegia: frequentissimas, & fere quotidiannas *Laponia*, *Islandia*, & regiones polo arctico adjacentes vident. Quarto. Fuisse jam aliquando, ut hujusmodi phænomenon fulgentissime lucens, celeriter prætervehéretur, multiplices sclopetorum explosiones referens, jactibusque aliquando in diversas partes emissis prælιantem in cælo armatam

(a) *Elem. Physicæ, cap.* 40.

tam phalangem præ se ferret; credendum tamen est, observatoris phantasiam nonnihil oculos, & ideam adjuvasse.

279 Eas igitur aereas pugnas & commissa in cælo prælia, quæ passim in antiquis historicis legimus, totidem auroras Boreales fuisse concludimus. Ea enim, quæ modo in sapientiori sæculo placide, & læti spectamus, rudioribus parentum nostrorum temporibus, in quibus pene jacebat physica, terrorem incutiebant, quasi scilicet impendentium calamitatum prænuntia, & irati numinis signum: Hujusce naturæ borealem auroram nuperrime, anno scilicet 1718 Londini, & in pluribus aliis Angliæ locis plurimi observarunt: 19 Martii, octo à meridie elapsis horis, Londini nox tamquam dies clarissima per aliquot temporis minuta secunda resplenduit: Phænomenon celerrime per aerem decurrebat, à tellure quidem adeo elevatum, ut a ducentis leucis videri posse judicaretur: In rapidissimo transcursu eum edebat strepitum, qui alternatos sclopetorum turmarum peditum explosiones referret (a).

ADNOTATIO HISTORICA.

280 *Circa Borealis auroræ naturam, & locum non una est omnium sententia: Fuere enim, qui balecibus, quorum per mare Germanicum infinita pene multitudo existit, illam referrent. Quæ opinio impugnatione nullatenus indiget. Secundo: Auroram borealem ex radiis solaribus in glaciali oceano reflexis, & atmosphæram iterum ingredientibus nonnulli repetunt; At si ejusmodi staret sententia, nulla per menses Quintilem, Sextilem, Junium appareret aurora Borealis, ea enim tempestate soluto septentrionali gelu, nulli ad atmosphæram repercuterentur solares radii: illud tamen est falsum.*

Secundo. Aliqua Auroræ Boreales iis in locis videntur, & existunt, ubi mare nunquam gelascit, ut in gallia, & potiori jure in Italia & Hispania, tum

---

(a) *Memoir. Litter. de la grand Bret. apud. Reg. T. 4.*

dum interea nu lum hujusmodi phænomenon in septentrionalibus regionibus apparet. Tertio. Tandem explicari, aut intelligi sane non potest, qua ratione radii solares in glaciali oceano reflexi, & atmosphæram iterum ingredientes mirabiles adeo rerum apparentias, & phænomena efficiant.

281 *Quarto* Hallejus *materiam magneticam ab uno ad alium telluris polum permeantem, & e septentrionali potissimum polo exundantem auroræ borealis causam, materiam, & fomitem statuit.* Hallejo *ex parte adhæret* Regnault (a). *At dubia tamen est hujusce magneticæ materiæ per polum effluentia, affluentia & vortex. Incerta igitur causa effectui indubio explicando adhibetur. Deinde frequentes etiam ad meridionalem polum auroræ observarentur; par siquidem illic magneticæ materiæ effluxus, & influxus ad eum polum existeret: illud tamen est falsum. Cur etiam frequentiores per hyemem, rariores æstate Boreales auroræ apparent? erit ne minor eo, quam isto tempore, magneticæ materiæ effluxus? Tandem cui, amabo, causæ referetur, quod ad annum usque 1716 rarissime, ab eo anno frequentissimæ observarentur auroræ: cum tamen magnetis per polos effluxus, seu vortex, si quis est, sit phænomenon, & causa mundo coæva?*

280 *Quinto.* D. Mairan *auroram borealem ex lumine Zodiacali, seu atmosphæra solari, quam superius exposuimus, derivat: eam enim atmosphæram, quæ ex observationibus* Cassini *ad 100, & amplius exporrigitur gradus, ad terrestrem nonunquam atmosphæram pertingere statuit, & intime secundum aliquam sui partem cum illa commisceri; neque etiam terrestrem atmosphæram ad paucas tantum leucas, ut omnes fere physici, & mathematici, sed ad 200, 300 & amplius extendit, in cujus etiam sententiam abiit* P. Boskovich, *cujus judicio ad 700, aut 800 milliaria protenditur atmosphæra. Mairani igitur sensu luminosa solis atmosphæra in terrestres vapores incidens mirabiles rerum phases, & phænomena, quæ observavimus, efficit.*

283

(a) *Entret. l. 4. entret 5.*

283 *Verum nullum est satis firmum argumentum, aut experientia, ex qua inferatur terrestris atmosphæræ ad dictam modo altitudinem extensio: quin immo ultra 50 milliaria præter propter nullus ferme hujus temporis physicus crassos vapores e evari contendit. Secundo. Incertum plane est, & probabiliter falsum, lucem Zodiacalem ad telluris usque atmosphæram pertingere. Tertio. Eo tamen dato, nulla esset ratio, cur frequentes ad polum, rarissimæ, vel nullæ ad Zonam torridam auroræ boreales apparerent; cum in omnes eas regiones lumen Zodiacale pariter incurreret: majorque sit ad torridam, quam ad polum vaporum copia, ut superius diximus. Omitto alia, quæ afferri possent argumenta.*

284 *Ex iisdem etiam, & aliis argumentis conficitur, auroram borealem a radiis solaribus atmosphæram ingressis, & diversa ratione in ea refractis oriri non posse, contra ac nonnulli asserunt; Præter enim modo dicta certum etiam est, in longissimis hyemalibus noctibus, sole infra horizontem maxime depresso, nullos ejus radios ullius refractionis ope ad nostrum Zenith posse pertingere, ut auroram illic efficiant. Secundo. vespere quidem ad occasum, mane autem ad ortum clarior effulgeret aurora, quod tamen est falsum. Alia libens omitto.*

Hoc tempore, postquam electrica experimenta innotuerunt, igni etiam electrico phænomenon ab aliquibus tribuitur.

PROPOSITIO XXVI.

285 *Aurora borealis supra nubes aliquando, sed tamen intra atmosphæram semper perficitur.*

Probatur: Ejusmodi phænomenon nubes interdum ab spectatorum oculis subducunt, & occultant: supra nubes igitur existit. Neque tamen id de omni boreali aurora intelligendum, cum & earum, & nubium varia & inconstans sit altitudo. Id unum adnotabo, proprii, in quo ejusmodi phænomenon appareat, loci altitudinem determinari non posse: ad id enim necesse esset, ut duo observatores ex dissitis inter se locis ad idem lucentis phænomeni punctum

ctum collimarent, & elevationem caperent, ut in Geometria Practica docetur.

286 Probatur Secunda pars: Aurora quælibet borealis e paucis tantummodo locis parum a se distantibus observatur v. g. quæ Londini apparet, e Gallia, Belgio, aut Scotia non videtur; at si supra atmosphæram existeret, ex toto pene hemisphærio deprehenderetur, ut est reliquis cælestibus phænomenis commune. *Secundo*. Aurora borealis nullum diurnum revolutionis motum habet, qui intera cælesti sphæræ, corporibusque supra terram existentibus convenit; sed in eodem semper loco hæret, vel tantummodo habet motum irregularem, quem in nubibus observamus; modo scilicet a septentrione ad austrum, & vicissim, modo ab occidente ad orientem. *Tertio*. Infra nubes etiam auroram borealem nonnunquam apparere observavit *Maraldus*.

287 Oppones tamen: Aliqua jam fuit aurora borealis, quæ e tota Europa conspiceretur; quî autem fieri potest, ut phænomenum, seu nubes Ulissiponi intra atmosphæram incumbens e Syberia, remotissimo Europæ angulo per mille, & amplius leucas ab Ulyssipone remoto, conspiciatur? Resp. Non unam interea nubem, sed innumeram nubium congeriem per universam Europam, aut majorem illius partem diffusam, extensissimo phænomeno pabulum suppeditasse: Quæ igitur nubes, aut auroræ pars Ulyssiponi incubuit, e Siberia, quin immo e reliquis Hyspaniæ regnis videri non poterat, sed quæ his regionibus imminebant.

PROPOSITIO XXVII.

288 *Materia septentrionalis auroræ sunt iidemmet vapores, halitus, & ignis ex quibus consurgit, & conflatur atmosphæra, & à quibus cætera metheora proveniunt.*

Probatur. Nulla enim intra atmosphæram est alia materia præter supradictam. Secundo. Per ejusce materiæ inflammationem, aut illuminationem sunt, & explicantur omnia auroræ borealis phænomena. Ter-

Tertio. Aurora borealis multoties in nubem: nubes in auroram borealem vertuntur, ut ex observationibus Zanotti (*a*) Muschembroekii (*b*) & Majeri (*c*) aperte constat.

PROPOSITIO XXVIII.

289 *Non una esse videtur auroræ borealis cujuscumque causa, materia, & modus: in aliquas peculiariter influere videatur phosphorici spiritus, hoc est, halitus ii, atque exhalationes, a quibus nascuntur phosphori: aliæ a multiplicis generis halitibus in nubibus multiplici ratione fermentatis, & inflammatis proveniunt: in omnes tamen generatim influit, potissimaque illarum phænomena edit materia electrica.*

Primo quidem extra dubium est, plurimas, easque perfectissimas esse in aere & intra nubes spirituum fermentationes: est autem aliunde certum, fermentationibus materiam incalescere, inflammari, ardere, vividam lucem emittere; phosphorosque aliquando effici, qui diu lucentes serventur, qui tamen flammam concipiant; ea sunt præterea auroræ borealis phænomena, ut alia nonnisi a materia inflammata, & lucente, aliqua vero a materia lucida, non tamen ardente provenire possint, ab ea vero sponte velut descendant, & recte explicentur: ergo eæ, quas retulimus, sunt auroræ borealis causæ, & materiæ.

290 Plurimas quidem auroras boreales in materia inflammata consistentes extitisse, ex observationibus allatis patet. Hujusmodi fuit, quam Londini anno 1718 visam supra retulimus, & quas annis 1730 mense Martio & 1742 plurimi observarunt: Phænomeni siquidem in medio prope horizontem corpus quoddam rotundum, & ardens deprehendebatur, ex quo, velut ex fornace, innumeri radii, fulgor, scintillæ

(*a*) *Raccolta d'osservazioni sopra l'aur. bor. del anno 1737.*

(*b*) *Elem. Phys. c. 40.*

(*c*) *Dissert. de aur. Boreali.*

tillæ erumpebant, circumpositasque nubes miris plane modis illustrabant (*a*).

291 *Secundo*. Interupta illa & continuata veluti sclopetorum explosio in aurora boreali Londinensi, & alis observata, a subitaneis, & successivis materiæ inflammationibus, quas in artificialibus, & festivis ignibus passim videmus, provenire planum est. Quin immo eademmet materia pluries inflammari, & condensati iterum potest, ac proinde pluries etiam detonare. *Tertio*. Lucentis auroræ fulgor, & splendor neque sine flamma, & accenso lumine explicari potest, neque alteri, & externæ causæ attribui.

292 *Quarto* Plurimæ item auroræ placidissime per diuturnum tempus lucent, eaque exhibent phænomena, quæ ab luminosis phosphoris provenire solent, aut possunt. Quidni igitur in phosphorica materia luminosa hujusmodi auroras consistere affirmabimus? *Quinto*. Si phosphorum animalem in spiritu vini rectificato solutum, aquæ in tenebris affundatur; materia sulphuris sese expediens, lumen per aquam illico diffundit, mirisque ejaculationibus fulgura referentibus jucundum exhibet spectaculum. Phosphorum item *Moriani* leniter concussum flammas, & ejaculationes edere iis omnino similes, quas in boreali aurora observamus, certo constat (*b*): Igitur auroræ borealis phænomena iis prorsus sunt analoga, easdemque habent causas.

293 Equidem in regionibus polo arctico vicinis tantus aliquando est auroræ borealis splendor, & vivida lux, ut non solum stellas fixas, & planetas penitus obscuret; sed neque a luna, neque a solis splendore extinguatur: Inibi etiam multoties a parte meridionali observantur auroræ, ut D. *Maupertuis* oculatus testis author est (*c*).

Ultima Propositionis pars, quod scilicet ignis electricus sit generalis, & potissima hujusce metheori causa, ex ipsamet vaporis electrici indole, & proprietatibus, fuse a nobis in loco expositis, atque ex magna analogia inter vis electricæ artificialis, fulmi-

(a) *vide comment. Acad. Bononiensis t. 2. p.* 490.
(b) *Kbell Phisic. t. 2. Disp. 2. n.* 56. (c) *Figure della terre.*

minum, fulgurum, auroræ borealis cæterorumque metheoron lucentium phænomena intercedens. Qui hæc omnia, eorumque effectus, rationem, indolem attente perpendat, & sedulo meditetur, de propositionis veritate non dubitabit. Fulmina enimvero, fulgura tonitrus, omnesque alias luminosas atmosphæræ apparentias, *Stellas* nimirum *Cadentes*, *Castorem*, *Pollucem*, & plura id genus alia puram putamque esse materiam electricam, hactenus demonstravimus. Jam vero in *aurora boreali* omnia illa metheora lucida deprehenduntur, imo postremum hoc metheoron aliud esse non videtur, quam ceterorum in una eademque nube & nocte formatio, ut ex ipsiusmet phænomeni descriptione constat. Auroræ scilicet borealis nubes fulgurat, fulminat, tonat; radiorum explosionem, hoc est, stellas cadentes, columnas, Trabes, pyramides luminosas suspicimus: flammas nonnumquam eodem in loco diuturno tempore micantes, hoc est, *Castorem*, *Pollucem*, *Helenam* observamus: si ergo singula hæc a vapore igneque electrico provenire statuimus: ab eadem etiam causa, cum in peculiari hæc auroræ borealis phænomeno simul educuntur, provenire opus est.

Uno verbo, nihil in aurora boreali observamus vaporis electrici genio, viribus, notisque aliunde proprietatibus non conforme: nullam præterea causam agnoscimus a vapore electrico distinctam, cui illa phænomena possint referri: cum ergo electricitas procul dubio in terra, atque in atmosphæra, & nubibus existat amplissima: causam habemus certam, & sufficientem, a qua una effectum deducere possimus. Qui superius dicta de terræmotuum, fulminum, aliorumque metheoron natura, & lectiones etiam de electricitate legat, ulteriori expositione non indiget.

294 Oppones primo. Falsum videtur, & impossibile magnum adeo cæli spatium, per quod aurora borealis extenditur, incendi, & occupari a flamma. Resp. Nego dictum; neque enim video, cur exhalationes copioso igni concipiendo aptæ, & fermentatione inflammabiles, nubium instar per longum aeris tractum diffundi nequeant, per totumque illud

spa-

ſpatium inflammari. Deinde materia inflammata multot es in auroræ ſeu phænomeni tantum centro exiſtit: indeque, quaſi ex lucis, & ſplendoris fomite, fulgorem circumquaque emittit, circumpoſitas nubes illuminat, miraſque apparentias reflexionis, & refractionis ope exhibet. Deinde cum præcipuam, generalemque phænomeni cauſam vaporem electricum eſſe dicamus, hic autem in univerſo telluris globo, atque per totam atmoſphæram ſit ſemper diffuſus; nil mirum eſt, ſi multoties illa in aere & nubibus ſpectacula edit, quæ ſunt ſuæmet indoli, & viribus conformia.

293 Oppones ſecundo. Plurimæ ſunt auroræ boreales, quarum ſplendor dilutus, & lux parum vivida a flamma provenire non poſſe videtur: In fulgentiſſimis etiam auroris plurimæ ſunt partes, quarum lux, & ſplendor is non eſt, qualem fore opus eſſet, ſi ab inflammata materia proveniret. Resp. Ex dictis eas partes nubium minus lucentes, vel radiis, & lumine tantummodo reflexis, & a phænomeni centro, & fomite derivatis ſplendere; vel ejus eſſe raritatis, & tenuitatis, ut quantumvis accenſæ, & inflammatæ non niſi dilutam emmittant lucem, & ſplendorem. Notum quippe eſt, flammam eſſe diverſis modis vividam, & luminoſam pro raritate ſcilicet, tenuitate, & ſubtilitate materiæ, ſeu pabuli inflammabilis. Novimus præterea ſcintillas, ſeu potius penicillos, ac torrentes electricos luminoſos non eumdem omnes colorem habere: ſed plurimum in hujuſmodi colores influere eorum corporum particulas, e quibus torrens electricus effluit. Mirum igitur non eſt, ſi in auroris etiam borealibus alii & alii ſint colores, colorum ſplendoriſque gradus pro varia nubium vaporumque natura, qui ſunt ejuſdem materiæ conductores.

294 Oppones tertio. Materia borealis auroræ, cum intra nubes, & atmoſphæram exiſtat, ſintque ſubtiliſſimi quidam ſpiritus, & inflammabiles halitus, eſt admodum rara, & facillime diſſiparetur, ſi flammam conciperet: Eſſe igitur non poteſt diuturnæ flammæ, & ignis per plurimas horas continuati pabulum: Auroræ igitur, quæ per longum tempus durent

sent, in materia inflammata non consistunt. Resp. Argumentum nihil difficultatis habet contra vaporis electrici actionem, verumque in auroram borealem influxum: cum aliunde ab experientia habeamus eum ignem esse in nubibus, totaque atmosphæra copiosissimum, ad æquilibrium, æqualemque sui diffusionem semper adniti: multoties tamen id æquilibrium rumpi, ignem colligi; collectum autem scintillare, explodi, splendere, easque figuras assumere, quas ejusdem ignis conductores, seu corpora illum servantia, & deferentia habeant. Addi præterea potest (si ad peculiares etiam, & minus præcipuas rei causas descendere velimus, plurimas ex hisce auroris, quæ per longum tempus durant, in materia phosphorica lucente quidem, sed non inflammata, aut accensa consistere. Hujusmodi phosphori per longum tempus durant, & splendent, ut est omnibus notum, *Secundo*. Fieri potest, ut phænomeni centrum, nucleus, & quasi ignis fomes consistenti, & tenaci materia constet, quæ per diuturnum tempus ardeat, & magnum cæli tractum illustret, in nubibusque multiplici figura donatis, & vento huc illuc translatis apparentes ejaculationes exhibeat.

Tertio. Materia rara, & tenuis brevi dissipatur, cum in terra inflammatur; quia ab igne rarefacta, & a circumstante, atque ambienti aere pressa sursum attollitur, & dissipatur. In sublimi aeris regione suspensa, & inflammata ardere diu potest; rarissimus enim qui illic existit aer, insensibiliter tantum premit; materiam sursum ulterius non elevat, aut dissipat, fierique proinde poterit continuum diuturni ignis pabulum.

297 Oppones *Quarto*. Si auroræ borealis materia sunt halitus, & spiritus e terrenis corporibus elevati, sursum in atmosphæra penduli; cur in regionibus meridionalibus nullæ, aut ferme nullæ apparent auroræ boreales, licet copiosa illic spirituum, & exhalationum vis a corporibus elevetur? Plurimæ vero in septentrionalibus locis, ubi præ minori solis calore pauciores e terra halitus, & spiritus erumpunt, & in atmosphæram conscendunt? Resp.

Id ex multiplici capite posse evenire: *Primo* quia ad meridiem ob majorem solis calorem facilius, & brevius halitus, & spiritus vaporibus immixti resoluuntur, & in terram iterum labuntur. *Secundo*. Peculiaris forte ad septentrionem fomes, & scaturigo existit, quæ ad auroram efformandam requiruntur; neque enim *omnis fert omnia tellus*. Cur etenim aurum, argentum, cætera metalla, adamantes &c. in paucis solumodo terræ locis inveniuntur, & excavantur? Cur in quibusdam tantum locis quorundam aliorum corporum species existunt? Quod vero de terra dicimus, de aqua, & aere pariter verum est.

§.

DE METHEORIS AQUEIS, NUBIBUS, RORE, PRUINA, ET ALIIS.

298 Circa nubium, nebularum, roris, auræ serotinæ, & pruinæ naturam, elevationem, & formationem, causas, & effectus plurima sunt scitu digna, & jucunda. Quid hujusmodi nominibus designemus, nemo non intelligit; omnia etiam isthæc esse terrenorum corporum vapores a suis massis avulsos rarefactos sursum elevatos, in aere pendulos, & multiplici tandem forma in tellurem relabentes, omnibus philosophis ratum est. Qua autem ratione hæc fiant, jam partim exposuimus, & modo amplius explicabimus.

PROPOSITIO XXIX.

299 *Corpora fluida in vapores resolvuntur ope caloris, & ignis, subtilioris aeris ac materiæ electricæ, eorum poros pervadentis, multiplici ratione separantis, & rarefacientis. Vaporum autem elevatio, & sustentatio in aere tribui solum nequit igneis, aut aereis particulis intra parvas aquæ bullas contentis, & notabiliter raris, quarum beneficio fiunt aere specifice leviores; sed tribui etiam debet aeri externo compri-*

primenti, vapores spongiæ instar per innumeros capillares tubos sugenti, & tandem igni electrico, in hisce omnibus phænomenis potissimam partem habenti.

Propositionem hanc, generalius tamen, & sub Problematis forma conceptam superius probavimus; ut eam peculiarius evincamus, ad ibi dicta addenda sunt sequentia. Primam quidem propositionis partem, si vim electricam exipias, facile omnes admittunt.

Igneæ enim particulæ tenues, raræ subtiles, multiplici motu agitatæ per aquæ & liquorum poros se se insinuant, parietes concutiunt, laxant, subvertunt, minimos poros ingrediuntur, alias ab aliis particulas multipliciter agitando avellunt, explicant, inflant & in bullas tenuissimas, seu insensibiles vapores conformant, & resolvunt.

300 *Secunda* Pars, quæ est contra *Volffium* & majorem philosophorum partem, propugnatur tamen a *Nolleto*, *Khell Muschembroek*, & aliis, ex eo probatur, quod ex aqua congelata sensibilis, & magna evaporatio erumpat cælo etiam frigidissimo, ut periculo facto experti sunt *Muschembroek* (a) *Perrault*, *Walerius*, & alii, quorum primus e glaciei cubo quatuor unciarum ad solem non exposito; & cælo congelante 4 grana inter 24 horas defuisse in vapores resoluta, experimento didicit: quin imo plus vaporum e glacie, quam ab aqua soluta sub eodem cælo, & circumstantiis erumpere, expertus est *Walerius*: at quodnam in glacie ignis, aut caloris vestigium? *Secundo*. Hyberno tempore flante vento frigidissimo mirum in modum exsiccantur corpora, lacus, paludes. Non igitur ab igne, aut calore solum elevantur vapores, sed ad aliud principium confugiendum est.

301 Probatur *Tertio*. Insensibilis bulla, seu vapor ex tenui superficie, & inclusa aeris particula compositus, est æque, aut magis gravis, quam particula aeris ejusdem voluminis, qui bullam circumstat. Vapor igitur, seu tennissima bullula ex capite minoris gravitatis specificæ ab aere petitæ ascendere nequit. Probatur Antecedens: Aqueæ bullæ pellicula nisi vacuola disseminata admittas, extensa rarescit, & fit levior, quam reliqua aqua, quatenus

intra se ipsam, & proprios poros aerem admittit. Totum igitur majoris raritatis discrimen ab aere petitur: atqui aer in bulla inclusus eumdem habet calorem, & raritatem, ac proxime circumstans aer, ab eodem igne & calore rarefactus; habet igitur idem pondus specificum.

302 Probatur *Terti* pars. Ea corpora, quæ intra aquam, aut alia fluida dissolvuntur, ut sal, saccharum, & mille id genus alia, ope tuborum capillarium, quorum innumeram copiam aqueæ partes, & columnæ efficiunt, superius ascendunt, huc illuc disperguntur, licet sint graviora, quam ipsa aqua: quidni igitur idem in aere fiet? Est enim fluidum subtile, elasticum innumeris poris, & cavitatibus refertum, quæ tuborum capillarium instar habendæ sunt. *Secundo*. Per apertos, & satis amplos spongiæ canales, atque tubulos multipliciter intortos, angulosos, irregulares ad summitatem usque spongiæ superiorem ascendit aqua, quam inferius contingit. Per similes igitur canales in aere dispositos ascendent vapores, accedente potissimum crassioris aeris circumstantis pressione.

303 *Tertio*. Quia ea demum una ratione intelliguntur difficilia alias ascensionis, & sustentationis vaporum, nubium, & pluviæ phænomena, quæ soli calori, & igni tribui nequeunt. Hinc enim bene intelligitur, *Primo*, vapores modo ad majorem, ad minorem modo altitudinem ascendere, pro vario scilicet, & vaporum, & aeris statu. Ampliores enim modo, angustiores aliquando sunt capillares aeris tubi, seu pori, & cavitates. Vide superius dicta. *Secundo*: aere humido minor vaporum copia, quam sicco elevatur: per spongiam enim aqua saturatam, qualem aer humidus refert, difficilius, & minor, quam per siccam, ascendit aqua. *Tertio*: In pluviam condensantur, coeunt, & resolvuntur vapores; cum aer iis refertus constringitur, & condensatur, veluti cum spongia liquore referta manibus comprimitur, aquam copiose exprimit. *Quarto*. Multoties etiam repentino calore, aere vaporibus saturato incalescente, copiosa descendit pluvia; Capillares enim tubi, qui aquam retinebant, calo-

calore dilatati eam sustinere nequeunt, sed emmittunt, uti superius explicavimus, cum de tubis capillaribus sermo fuit. *Quinto*. Fit etiam aliquando, ut cælo omnino claro, nullisque nubibus obducto pregrandes depluant guttæ. Ex iis disce alia.

Quod vim electricam attinet, satis in citato loco probavimus earum particularum elevationem igni electrico potissimum deberi: scimus enimvero materiam electricam a globo terraqueo in atmosphæram, aut vicissim perenniter fere aut semper fluere, & transmitti, eamque esse illius indolem, ut una secum per medium aerem deferat ea corpuscula, quæ eam in sese imbibunt, atque conductoris munus agunt: id scilicet observamus tam in corporibus liquidis, quam in solidis, versus quamcumque partem materia ipsa electrica evibretur: cum ergo ignis electricus in fluidis terræ corporibus copiosissimus sit, in iis facillime recipiatur, & ab illis in atmosphæram emittatur; dubium non est, quin secum etiam per aerem deferat immensam particularum vim, quam a fluidis corporibus separat: aliter enim per aerem non transmitteretur, cum sit corpus origine electricum.

304 Oppones. Notissimum omnibus est, quo major fuerit in aqua, & cæteris liquoribus calor, eo majorem, & copiosiorem vaporum nubem erumpere & sursum attolli, ut ipsismet oculis calescente ad ignem aqua usurpamus; quin etiam summa æstate ingentes lacus, paludes, & id genus alia brevissime exsicantur; dum ex adverso hyemali tempore, cum frigore rigescunt omnia, plurimi effluunt dies, quin sensibile decrementum fluida corpora patiantur. Adde, *Wolffium* (a) observasse vapores ex accenso spiritu vini intra recipientem collectos, & dum aer non extrahebatur, invisibiles, aere extracto apparuisse, & quasi nubes, capacitatem recipientis obduxisse. Hæc autem omnia videntur evince-

(a) *Apud Kbell t. 2 Phys. disp. 2 n. 149.*

re, vapores ope ignis, & aeris inter ipsos latentis elevari; quamprimum enim externi aeris pressio minuatur, aeris particula intra vapores latens, easque in bullarum speciem conformans, elasticitate dilatatur, bullarum cuticulas distendens, & vapores visibiles reddit. Uni igitur aeri, calori, & igni referri debent vaporum elevatio, & sustentatio. Resp. Totum argumentum esse verum, consequentiam tamen falsam: eas enim causas, quæ in argumento afferuntur, admittimus; unicas tamen esse inficiamur; cum vapores multoties e corporibus frigore rigentibus, eleventur, ubi nullus aut ferme nullus est calor sensibilis.

305 Oppones *Secundo*. Si vapores per aerem, veluti per spongiam & tubos capillares elevarentur; copiosiores halitus hyeme, quam æstate ascenderent. Cum enim major primo, quam in secundo tempore sit frigus; confertiores erunt etiam aerei tubi, poruli, aut cavitates. Quo autem angustiores sunt tubi capillares, altius in iis ascendunt vapores, ut supra exposuimus. At falsum videtur; altiorem hyberno, quam æstivo tempore esse atmosphæram, ut superius etiam diximus: Resp. concedo majorem, si cætera sint paria, puta, calor vapores rarefaciens, & aer circumambiens, & premens; omnes enim causæ, a quibus dependet effectus, attendi debent, ut effectus probe dignoscatur; aliæ enim alias compensant. Cum vero hyberno tempore angustiores quidem sint pori, sed minor calor, & vaporum subtilitas, & raritas, minorque etiam sit ambientis aeris pressio; fit, ut humilius, quam æstate fieri soleat, vapores consistant. Quod si casu aliquo major, aut æqualis calor, & aeris pressio in utraque statione vapores premat, altius procul dubio in hyeme, quam in æstate ob allatam rationem ascendent.

306 Oppones *Tertio*. Externi aeris pressio est etiam causa elevationis liquorum per tubi capillares: qualiter autem idemmet aer, & tubi, seu tuborum parietum, & prementis externi fluidi vices exercere potest? Resp. Aeris particulas esse alias aliis subtiliores. Quæ igitur magis raræ sunt, & tubos

bos ex craſſioribus particulis conformatos circumſtant, vapores premunt & per tubos aſcendere premendo compellunt.

DE NUBE ET NEBULA.

307 Nubes in multiplicis generis vaporibus, ſeu vaporum congerie conſiſtunt, qui ab omnibus terrenis corporibus elevati, & per aerem hinc inde diſperſi, in unum tandem locum ſenſibiliter coeunt, ſolaremque lucem intercipiunt. Diximus autem ſupra, vapores, qui a fluidis corporibus aſcendunt, in minutiſſimarum bullularum formam ab aeris particulis rarefactis, & intra pelliculam aqueam contentis, & dilatatis, atque ab externo etiam aere premente conformari. Eſt igitur nubes immenſa pene tenuiſſimarum aquæ, & cæterorum fluidorum bullularum congeries ſurſum ab aere, calore, & aliis quas modo expoſuimus, cauſis elevata, in aere pendula, & ab illius gravitate ſuſtentata, a ventis huc illuc decurrentibus delata. Nubes igitur ſpectari recte debent, aut poſſunt, ut bullæ illæ, ſeu copioſa ſenſibilium bullularum, congeries, in quam aqua, aut reliqua corpora fluida multipliciter, & violenter agitata copioſe ſpumeſcunt. Quemadmodum enim bullulæ, ſeu ſpuma, ex diaphanis licet corporibus conformata, opacitatem contrahit, lucem ex ſe reflectit, colorem acquirit, & ſupra fluidum ſemper innatat, neque fit ſenſibilis, & maxime adſpectabilis, niſi dum magna bullarum copia in eundem locum concurrit; pari modo, & ratione nubes, velut copioſiſſima aquæ ſpuma, ex innumeris & minutiſſimis bullulis conformata, omnia, quæ modo diximus, phænomena imitantur & exhibent. Cum enim inſenſibiles aquæ gutulæ, & bullæ lucem ex ſe ſe reflectant (licet plurimam etiam tranſmittant); aliquem in nube gigni colorem opus eſt, ut in lectione de coloribus explicamus. Neque vero credendum eſt, vapores ſolumodo ad nubes efformandum concurrere; ſed multiplices præterea

exhalationes, & in numera pene diverſorum ſpirituum genera (quorum partem ſupra recenſuimus), quæ ab omnibus, quotquot ſunt, terrenis corporibus erumpunt, in aerem aſcendunt, & hac illac diſperſa in nubes agglomerantur.

308 Nubes ſunt aliæ aliis altiores, ſeu remotiores a terra ex legibus Hydroſtaticæ: quo enim rariores fuerint, & denſior aer, eo altius elevantur, cum ſint corpora in fluido natantia, & a fluido ſuſtentata: quo igitur penſilia illa corpora fuerint rariora, & leviora; vel fluidum ſuſtentans fuerit gravius; magis a tellure removentur. Hinc eſt, quod cadente pluvia ad terram propius deſcendant, & conſiſtant nubes, quam ſi ſerenum ſit Cælum, neque nubes pluviam minentur: in priori ſiquidem caſu vapores nubium in aqueas guttas paulatim conformati ſibi invicem preſſius adhærent, condenſantur, & graviores maſſulas componunt: ad tellurem igitur propius accedere opus eſt.

309 Ex eadem ratione minus leves hyeme, quam æſtate, & depreſſiores ſunt nubes, ceteris tamen paribus; ſecunda enim hac ſtatione major eſt calor in atmoſphæra: at creſcente calore augetur etiam raritas, & proinde levitas, minuiturque pondus: longius igitur a tellure pendent nubes per æſtatem, quam hyeme. Curioſe hic ex me quæres, quæ nimirum ſit maxima nubium ſupra tellurem altitudo, ſeu ad quam altitudinem nubes aſcendant? Reſp. ejuſmodi quæſtionem reſolvi difficillime poſſe; & primo quidem unius determinatæ nubis dato tempore altitudo inveniri, & conſtare poteſt, ſi eodemmet tempore ad eamdem nubis partem duo obſervatores ex diverſis in terra locis colliment, & elevationis angulum dimetiantur. *Secundo*: ejuſdem tamen nubis altitudinem eſſe pro diverſo tempore variam, eſt indubium.

310 *Tertio*. Certum eſt, atmoſphæram longe amplius aſſurgere, & a terra difundi, quam ſit nubium quarumcunque ſupra tellurem altitudo: ſunt enim nubes vapores, ſeu corpuſcula craſſa, quæ in craſſo tantum aere ſuſtinentur; aer autem ſubtilior, atque

atque sustinendis nubibus impar longissime distenditur.

Quarto. Summa nubium altitudo alia aliis probatur, & statuitur. Recentiores, & accuratiores Physici ultra duas leucas nubes non elevant. Si *Petro Muschembroek* fidem adhibemus, nubes nunquam transcendunt altitudinem 4 milliarium Italicorum, seu unius leucæ communis; eam enim altitudinem non excedunt altissimi terræ montes, ad quorum summitates nunquam ascendunt nubes (*a*), ut a pluribus observatoribus exploratum fuit, qui cum multoties ad montium supradictorum (quales sunt *Picus* in Canariis insulis, *Olympus* in Græcia, *Carpathi* inter Hungariam, & Poloniam, & potissimum *Andes* in Peruvia) fastigium ascendissent; nubes semper ad montium radices, supra montes nunquam observarunt. Id interim certum est, aliquas nubes ad unius milliarii distantiam, alias ad duo, ad tria, ad quatuor etiam existere.

PROPOSITIO XXX.

311 *Nebulæ eandemmet habent naturam, ac nubes, neque aliud sunt, nisi nubes depressiores, & humiliores.*

Neque enim qui ex altissimis montibus, infra quorum fumitates consistunt nubes, descendunt, cum medias ipsas nubes pertranseunt, aliud in iis deprehendunt, quam quæ nos passim, & quotidie intra humiliores nebulas immersi, & iter agentes in hisce deprehendimus. Sunt igitur nebulæ immensa vaporum, & exhalationum vis, quæ pro specifica gravitate sua diuturno tempore prope terram in humiliori aere detinentur, & sustentantur. Diximus supra, & experientia ipsa demonstrat, nubes modo ascendere, modo descendere pro varia scilicet aeris, & ipsarum nubium raritate: idemmet ex iisdem causis, nebulis passim accidere, & ratione & experientia docet.

312

(a) *Elem. Phys. n.* 1206.

312 Hinc manifestum est, & nubem in nebulam, & vicissim nebulam in nubem quandoque, immo & sæpissime mutari: secundum frequentius accidit, quam primum; cum enim nubes ad terram descendens eamque lambens, fit & dicatur nebula; & vicissim nebula a terra sese attollens, & in aere pendula, fit, & dicatur nubes; si eæ fiant in aere, aut vaporibus quoad gravitatem, & levitatem mutationes, ex quibus vel nubes condensatur, quin solvatur, vel nebula rarescat, quin dissipetur; alia in aliam, loco solumodo mutato, abire potest.

313 Frequentiores sunt nebulæ in paludosis humilibus, & humidis locis, quam supra montes, sicca, & arenosa loca; illa enim plurimos ex se halitus, & vapores emittunt, non item hæc. Porro nebulæ, & nubes iis qualitatibus sunt præditæ, quæ vaporum, spirituum, & bullularum, quibus componuntur, sunt propriæ. Nebulæ plerumque sunt fructibus, & plantis noxiæ, nubes autem secum terris fertilitatem afferunt. Qui superiorem nubium, & nebularum superficiem eminus intuentur, jucundo spectaculo fruuntur: neque enim in planam, aut sphæricam superficiem regularem fluidorum corporum instar conformantur; sed perinde, ac mare maxime procellosum, illac attolluntur, & montes efficiunt; alibi in profundas valles vaporibus descendentibus dehiscunt, & hac illac irregulariter motæ excavatam, & sulcatam superficiem oculis objiciunt.

ROS ET PLUVIA.

314 Ros sunt vapores quidam tenues, & subtiles, qui non conflantur in nubes; sed in parvas & sensibiles gutulas concreti partim ab aere, cui innatant, secundum gravitatis leges decidunt; partim e terra, seu corporibus terrestribus erumpunt, & præcipue ex omnibus vegetabilibus, puta arboribus, herbis plantis, & id genus aliis per transpirationem exeunt, atque ipsarum plantarum, & cæterorum corporum superficiebus, quasi naturales sudores, in

gut-

guttarum formas redacti inhærent; quin tamen vel totam plantarum superficiem pluviæ instar humectent, aut per aerem guttatim, copiose, & visibiliter descendere appareant. Duplex roris species distinguitur, *matutinus*, & *vespertinus*, seu *aura Serotina*; uterque tamen eandem habet naturam, & causas, ut statim explicabimus.

315 Rorem alii ex plantarum, & ceterorum vegetantium sudoribus, & transpiratione repetunt; ut *Muschembroek* (*a*): alii & omnis fere Philosophorum natio ex adverso contendunt, illum in humoribus solummodo, subtilissima, & invisibili pluvia per aerem vespere, noctu, & mane decidente consistere: alii demum, quibuscum sentimus, ut *Josephus Kbell* (*b*), ex utroque principio rorem provenire confitentur. Circa primum igitur perspicuum est, vapores & subtilissima corpuscula a corporibus, præcipue autem a partibus eorum fluidis avulsa, calore rarefacta, sursum in aerem elevata, per eumque volitantia, vel in eo æquilibrata, & suspensa, frigore nocturno accedente condensari, deorsum aliquantulum descendere, mutuo in se invicem incurrere, in insensibiles guttulas coalescere, & in hujusmodi formam conflata, quasi pluvia insensibilis propriæ gravitatis ope & indole in telluris superficiem descendere, arborum, & ceterorum vegetantium foliis adhærere, quoad vel in terram absorbeantur, vel calore iterum eleventur, vel aliis de causis dissipentur.

316 Quoad secundum observationibus constat, guttulas illas, seu rorem, præcipue matutinum, qui in plantarum, & arborum ramis, & foliis deprehenditur, esse præcipue arborum, & plantarum sudorem ex earum vasculis transpirantem; neque tamen omnem rorem aut omnes roris matutini guttulas ex data modo causa provenire. Primum ex eo mihi suadetur, quod guttulæ roris eodem die, & loco in diversę speciei plantis observatę pro earum plantarum diversitate sunt magnitudine, situ, figura, & dispositione diversę: in aliis siquidem plantis, & foliis

(a) *Elem. Phys. n.* 1216.
(b) *Tomo* 2. *Phys. disp.* 2. *an.* 159.

liis circa carpum, in aliis ad foliorum centrum, seu medium jacent: alię in foliorum extremitatibus, alię secundum fibrarum dispositionem guttulas majores, aut minores habent, signum igitur est, rorem esse varium pro varia fibrarum, seu vasculorum dispositione, ordine, & magnitudine, ab iis un vasculis, secundum quę disponuntur transpirare: si enim ex hujusmodi sudore non procederent, sed ab aere deciderent; eodem modo per totas foliorum superficies coalescerent guttę; cum eodem modo, & quantitate eadem deciderent.

317 Secundo. Curante *Muschenbroek* (a) plantę, Campana vitrea probe coopertę sunt, ne ab ambiente aere humorem aliquem accipere possent: insuperque maxime cautum, neque etiam pa ticulę e vase, aut terra, qua erant dispositę, spiritus, aut vapores in externam plantę superficiem ascendere possent; optime enim utrumque laminis plumbeis cooperuit, foraminulis tantummodo relictis, quę plantarum truncos juste exciperent: In plantis eo modo noctu dispositis idem, aut copiosior deprenhensus est ros, ac in aliis ejusdem speciei plantis.

318 Ratione etiam idem evincitur; etenim plantę & cetera vegetabilia, ceu viventium corpora, succo nutritio aluntur, qui per plantarum venas, & vasa undique decurrit, & circulatur, ut innumeris experimentis alibi exponendis constat: humani igitur corporis instar plantę ob caloris actionem, copiosum ex se sudorem per superficiei, seu cutis poros emittunt, qui in plantarum superficiebus subsidens in sensibiles guttas conformatur. Hicce autem plantarum sudor perpetuo ab iis, velut ab humano corpore, emittitur; sed vel a vento, & spirante aura, vel a calore, vel aliis de causis dissipatur, & alio avolat.

319 Secundum vero, non omnem scilicet plantarum rorem ex earum sudoribus provenire, inde patet; quia corpora etiam arida nullum ex se sudorem exhalantia, puta, vestes laneæ, aut ex filo serico contextæ, terra, arena, vitrum aeri aperto expositæ

(a) *Elem. Phys. a. n. 1531. ad 1542.*

posita madescunt, & rorem contrahunt, ut quotidiana nos docet experientia.

320 Ros eas omnes habet qualitates, quibus prædita sunt corpora, seu substantiæ, ad quas roris particulæ spectant, & ex quibus emittuntur. Multiplex igitur qualitatum genus in se continet, estque proinde aliquando plantis nocivus, aliquando innoxius: qui corporibus aliis salutiferus habetur, est aliis maxime exitialis; segetibus modo, & terris ubertatem, sterilitatem modo inducit &c, omnia autem hæc, & id genus alia infinitam pene habent varietatem, pro temporum, locorum, corporum diversitate. Crediderim ego, eum rorem plantis maxime nocere, qui ab ipsismet plantis, velut sudor, transpirat: propterea quod ex subtilioribus plantarum particulis, oleis, & succis hujusmodi ros, seu sudor componitur, easque secum defert: iis autem subtilioribus spiritibus e planta abeuntibus, eam marcescere, & exsiccari, atque infructuosam reddi opus est.

321 Fit tamen nonnunquam, ut ros alio de capite sit teneris plantis, earumque fructibus maxime noxius; si rorem copiosum clarus subsequatur sol matutinus. Ros nimirum in guttas copiosas conformatus teneris plantarum, & olerum, & frugum germinibus, ac fructibus adhæret: per eas igitur guttas, mycroscopii munus exercentes radii solares transeunt, & in earum guttarum focis concurrentes vehementiorem, quam ferre possent tenues plantæ, calorem, aut, si mavis, ignem producunt, qui frugum, olerum, florum, & fructuum teneras fibras adurunt, exsiccant, & infructiferas reddunt.

322 Ros nullus aut fere nullus deprehenditur, si pluvium, aut nimbosum sit Cœlum, aut vehemens spiret ventus: Priori siquidem casu in nubes, aut pluvias halitus resolvuntur, & in grandiores guttas conformantur; posteriori autem ventus spirans humidas particulas dissipat, secum defert, neque in arborum foliis, & reliquis plantis subsidere permittit. Hyeme igitur nullus, aut fere nullus decidit, aut observatur ros, vel enim in nubes abit, vel à vento dissipatur, vel rigentibus frigore corporibus apti ad rorem efficiendum halitus non elevantur, neque

e

e plantis evaporantur. Vere autem, autumno, æstate e contraria ratione copiosi e corporibus ascendunt, & evaporantur halitus, atque in eorum superficiem descendunt, aut inhærent.

323 Non omnia loca eadem etiam æstate, & tempore eandem habent roris quantitatem: quin immo aliqua sunt, in quibus copiosissimus, alia, in quibus nullus decidit. Si enim loca sint nimium arida, puta, arenosum solum, paucique ex hujusmodi solo vapores ascendant, neque aliunde ventorum ministerio advehantur; fere nullum illic decidere opus est: e contrario autem, si loca sint admodum humida, lacubus, fluminibus, fontibus prædita. Hinc est, quod plurimi, & copiosi observantur rores in paludosis locis ad fluminum margines, & in iis vallibus, quæ perennibus aquis irrigantur; paucissimi vero supra aridos, & elatos montes. Porro auræ serotinæ, & ros matutinus eo magis hominibus, & animalibus nocent, quia apertiores in iis poros offendunt: his enim facilius sese insinuant vapores, diversasque inducunt infirmitates.

PROPOSITIO XXX.

324 *Pluvia nihil est aliud, quam aquæ ab aere, seu potius a nubibus in aere pendulis, & sensim sese in guttas resolventibus decidentes.*

Propositio explicatione solum indiget. Immensa illa vaporum, & exhalationum, seu bullularum vis, ex qua nubes conflantur, multiplici de causa, quas statim exponemus, in guttas resolvitur. Hujusmodi guttæ primo quidem minutissimæ sunt, dum scilicet singuli vapores, seu bullulæ in aquam primo resolvuntur; postea vero insensibiles hujusmodi guttæ, seu ros minutissimus sensim in majores guttas excrescit, dum scilicet descensu suo aliæ in alias guttas incurrunt, aliæ aliis adjunguntur, & plurimæ in unam coalescunt. Intra nubem igitur pluvia a rore parum differt, ut ii quotidie experiuntur, qui ad juga montium per medias nubes in pluviam se resolventes adscenderunt: ad montium enim radices longe infra nubes positas copiosum imbrem, & prægrandes

des guttas experiebantur: ad nubem vero postea conscendentes, leni stillicidio madescebant.

325 Vapores aquei, ex quibus nubes componitur, pluribus de causis in aquam, & guttas resolvuntur: primo quidem si ob intensum frigus nimis condensentur bullulæ, ad sese invicem accedant, & aere graviores factæ paullatim descendant; descendendo augescunt, ut modo exposuimus. Nimio etiam calore dilatari possunt bullulæ, seu inclusus in iis aer, ut pelliculæ diffringantur, atque in sensibiles guttulas aere ipso graviores conformentur, aliæque aliis adjunctæ descendendo in copiosam, & sensibilem evadant pluviam. Tandem, ut alias causas prætermittam, variis ventorum agitationibus mutuo in se invicem vapores concurrunt, adhærent, in guttas conformantur.

326 Pluvia eo copiosior, quo plures sunt in aere nubes, & vapores aquei; si prædictæ accedant causæ. Eo autem grandiores sunt guttæ, quo ex altioribus nubibus descenderint; eo minutiores, quo humilius serpent nubes. Horum ratio ex modo dictis perspicua est. Id sæpissime observamus, nos si hyeme potissimum iter agimus per medias nebulas, seu nubes terram lambentes, tenui, copioso tamen stillicidio madescere, quæ guttularum tenuitas ex nubium tenuitate provenit. Hinc etiam aperte deducitur (quod etiam identidem observamus), grandiores æstate, quam hyeme guttas e nubibus descendere: æstate enim ob intensiorem calorem altius elevantur nubes, quam per hyemem.

327 Pluviæ in nostra saltem Europa, autumno, & vere sunt satis frequentes, æstatę raræ: per hyemem copiosissimæ: intensissimus enim æstatis calor, vapores plurimum elevat, rarefacit, dissipat, in fluidam sensibilem massam resolvi non permittit: frigore autem contraria fiunt. In nostra Lusitania flante potissimum austro maxime pluit Cælum; subsolano, aut Aquilone spirantibus, est plerumque clarum, & nubibus minime obductum: propterea quod ab immenso Oceano Athlantico nobis spiret Auster, unde immensam vaporum vim, & copiam secum afferre opus est: ab Hispaniæ autem continenti in Lusitaniam

in-

influit subsolanus, & ex parte Aquilo: nil igitur mirum, si terreas tantum exhalationes, parum aqueæ substantiæ in nostram atmosphæram invehat.

328 Pluviæ maximam terris fertilitatem afferunt, suntque segetibus, plantis, frugibus, arboribus statis temporibus saluberrimæ, & maxime necessariæ. Præterquam enim quod aqua ipsa sit quasi terræ, & vegetabilium sanguis, sine quo ipsa, velut triste cadaver, existunt, pluvia aqua maximam secum spirituum, daliumque copiam, & vim affert, qui plantarum, & omnium vegetabilium nutritioni inserviunt, communeque earum alimentum, & succus nutritius existunt: neque enim putandum est, pluviam esse aquam puram, sed potius aggregatum ex infinitis pene halitibus, spiritibus, & subtilissimis particulis ab omni corporum genere exhalatis, & in atmosphæra volitantibus, quæ cum aqueis vaporibus permiscentur, unaque cum iis in guttas resolutæ in terram decidunt, in maximam ejus fertilitatem, & salutiferum plantarum alimentum vertuntur.

339 Hinc autem est, quod præ pluviæ defectu maximam in terris sterilitas observetur. Aer etiam seu atmosphera nunquam purior existit, quam postquam copiosa decidit pluvia: nubes enim, dum in pluviam resolvitur, & prolabitur aerem quasi verrit, & ab innumeris, quibus scatebat, particulis, & hæterogeneis atomis expurgat. Contra vero, si diuturno tempore desideretur pluvia, impurum maxime aerem observamus, & respiramus.

330 Rarissime pluit, nisi Cælum sit nubibus obductum: aquei enim vapores cum aliis hæterogeneis permixti nubem ipsam componunt. *Rarissime* dixi, neque enim me latet non semel jam claro existente Cælo copiosum imbrem decidisse: legisse me aliquando in Historicis nostris Lusitanis *a*) memini rem prodigio similem. Cum in Indiam ex Ulyssipone solvisset dux clarissimus *Vascus da Gama*, qui primus Indiam orientalem, & maritimum ab Europa ad Indos detexit iter; superato jam celeberrimo Bonæ Spei pro-

(*a*) *Vide Lafiteau hist. des conquetes.*

promontorio, clarissimo existente Cælo tanta imbrium copia supra Lusitanam classem decidit, quantam e vectoribus, & nautis nullus unquam, vel summa hyeme, & Cælo maxime pluvioso vidisset. Paucas aliquando claro Cælo pluere guttulas non adeo infrequens est, ut illud prodigio simile dicamus.

SCHOLION.

331 *Quod ad pluvias prodigiosas attinet, pauca sunt quæ addenda esse arbitror. Plurima, quæ de hujusmodi pluviis scribit* Titus Livius, *fabulosa sunt, nullique cordato viro probantur. Ecquis enim Physicus artis criticæ præceptis aliqualiter imbutus sibi serio persuadeat, pluisse hac in parte sanguinem, illac lapides, alibi ranas, & alia insecta. Anilibus hujusmodi fabulis aliquam Ethnici fidem habebant, & inter prodigia singularia recensebant, quibus irata numina, puta, Jupiter, Juno aliaque hujusce farinæ divinitates, mortales admonebant, ut novis sacrificiis, & optimis victimis Deorum iram placarent. Hujusmodi in rebus fides habebatur publicis Deorum, & Templorum Sacerdotibus, quorum intererat populi credulitatem, & panicum timorem alere atque fovere; cum ejusmodi credulitates, timor, & victimæ in eorum impostorum utilitatem cederent.*

332 *Plurimas aliquando in campis post transactam pluviam ranulas, & parva alia animalia, seu insecta apparuisse, non inficior: ea tamen e nubibus descendisse, ut aliqui eo unice argumento ducti, affirmare ausi sunt, aperte nego. Hujusmodi animalcula non ab aere sed e terra erumpunt: aqua enim pluvia per telluris foramina maeandros, & cavernulas sese insinuante, animalcula illa quæ in subterraneis iis cubilibus nidificant, & delitescunt, sursum in telluris superficiem erumpunt, ut mortem, & naufragium inundatis nidis fugiant: enimvero neque per civitatum plateas, neque supra domorum tecta hujusmodi animalia observantur, licet copiosus etiam illic, ut in agris, imber descendat. Sanguineas aliquando guttas, hoc est, sanguinem colore referentes pluisse fateor: ejus naturæ pluvias nostri fere*

temporibus observarunt illustris Peirelck *in Provincia* (a), Vendelinus Bruxellis (b), Schuil *Lugduni Batavorum* (c); *Verum illas non esse sanguineas, sed aqueas, manifeste deprehenderunt relati modo viri in physicis rebus cum primis comparandis, qui rubeum, & sanguineum guttarum colorem ex innumeris fere insectis rubeis provenire deprehenderunt, quos secum descendens pluvia afferebat. Ab excrementis etiam rubeis, quæ papiliones e chrysalidis involucro exeuntes dimittunt, res derivabatur; notatum autem fuit a* Peireskio *post relatam sanguineam pluviam immensam pene papilionum copiam per aerem volitasse: sanguineæ igitur, seu rubeæ notæ, & maculæ, quas in parietibus post pluviam prædictam passim observatas pluvio sanguini referebat conterritum vulgus, a papilionum ovis & excrementis originem ducere deprehensum fuit.*

PRUINA, NIX, ET GRANDO.

333 *Pruina* nil est aliud, quam ros a vehementi frigore concretus, & congelatus. Hinc est, quod solum tempestate frigida, puta, in hyberno tempore, atque iis tantum regionibus, quæ multo aliquando frigore rigescunt, observetur pruina: Æstate enim, vere, autumno nullibi fere locorum: hyeme etiam pluribus in locis temperatis, & ab acriori frigore immunibus, quales sunt omnes fere regiones per Torridam Zonam sitę, nulla observatur pruina. Plurimo abundat nitro, quod vel est frigoris pręcipua causa, vel saltem perpetuus comes. Nitro igitur, quo copiose abundat, referendum est, quod pruina molliores herbas, & flores adurat, & exsiccet; quæ autem sunt duriora, ut olera plurima, mollescant.

334 *Nix* est pluvia quædam minutissima, stillicidium, seu pluvię bullulę, quę in aquam resolutę, in descensu suo frigore corripiuntur, imperfecteque gelascunt: concretę autem alię aliis adhęrent, irregu-

(a) *Apud Gassendum in vita Peireskii.*
(b) *Idem. sect. 3. Physicæ.*
(c) *Apud Kbell. t. 2. Phys. disp. 2.*

gulariter adjunguntur, & floccos magnitudinis variæ, multiplicisque figuræ componunt. Plurima quæ superius de pluvia diximus, de nive pariter vera sunt: cum hęc sit etiam pluvia male congelata. Hyberno tantum tempore ningit; quia alio omni tempore minus est in atmosphęra frigus, quam ad nivem efficiendam opus sit. Quo altiores fuerint nubes, ex quibus nix decidat, eo majores erunt flocci; quia in longiori itinere alii aliis floccis majori numero adjunguntur.

335 Magnam terris fertilitatem afferunt nives ob nitri, & salium copiam quam secum adducunt. Est insuper nix corpus admodum rarum, ob plurimas, & non insensibiles aeris particulas, quas flocci partes male sibi invicem adhærentes comprehendunt, & quibus distinguuntur: neque enim parvæ guttulæ, seu bullulæ sibi invicem adjunguntur, dum fluiditatem suam servant, sed postquam instabiles massulas concreverunt. Insignis tandem albedo nivis ex innumeris insensibilibus, & irregularibus facieculis provenit, quibus flocci volumen undequaque irregulariter circumscribitur.

336 Grando sunt prægrandes pluviæ guttæ, quæ, dum è nubibus descendunt, repentino adveniente frigore vehementi gelascunt. Cum igitur, dum in glaciem vertuntur, figuram suam servent; sphæricam fere semper habent formam; ea enim est guttarum pluviæ forma. Nonnumquam tamen sunt ex parte complanatæ, & alias irregularitates habent; quod, vel ex varia ventorum agitatione, concussione, & pressione provenit, quibus aliæ in alias impinguntur guttæ; vel quia plurima aliquando grandinis granula molliter adhuc concreta simul descendendo uniuntur.

337 Grando eo majoribus granulis constat, quo exaltiori loco, & nubibus decidit, cujus rei ratio eadem est, quam modo pro niveorum floccorum magnitudine attulimus. Id non semel observatum, supra montium fastigia, minutiorem ut plurimum esse grandinem, majoraque ejus granula in imis vallibus decidere.

LECTIO VIII.

DE METHEORIS LUCIDIS, SEU ENPHATICIS:

IREDE SCILICET, HALONE, PARHELIO, PARASELENE, ET VIRGIS.



IRIS.

338 I*Ridis* nomine rem omnibus notam intelligimus, eum ſcilicet arcum in aere pendulum, ex multiplici variorum colorum Zona, aut arcubus ſibi invicem parallelis compoſitum, quem tempore pluvio, & lucente ſupra horizontem ſole in nube pluvia ſoli oppoſita idemtidem ſpectamus. Eum arcum eſſe naturalem cauſarum naturalium effectum experientia, ſignum Divinæ erga nos clementiæ ſacra pagina demonſtrat (*a*). Unicus aliquando apparet arcus; duplex interdum viſitur: duplex proinde diſtinguitur arcus ſeu Iris: *Primaria*, quæ propius ad terram exiſtit, & *Secundaria*, quæ primariam Iridem, ſi ut aque ſimul appareat, ſemper comprehendit. Nonnumquam tamen ſolus primarius; aliquando ſolus ſecundarius, aut truncatæ ſingulorum partes ſpectantur. Tertiam multoties apparere Iridem aliqui auctores ſunt, immo & indubiæ obſervationi ejus rei veritas innititur, ut ſtatim dicemus.

339 Circa Iridis naturam abſurda plurima in medium attulerunt veteres Philoſophi, quæ ne referre quidem operæ pretium eſt; cum liquidum jam ſit, atque perſpectum omnibus, quæ ſit Iridis cauſa, atque natura. Primus ignotum antea hoc phyſicæ arcanum homines edocuit *Marcus Antonius* de *Dominis* Archiepiſcopus Spalatrenſis in Dalmatia, & va

(a) *Geneſeos cap.* 9, *v.* 15.

variæ postmodum religionis, & fortunæ vir (a): Eum veritatem omnino assecutum fuisse, omnia posteriorum temporum, & Philosophorum experimenta confirmarunt, omnisque physicorum natio confitetur: qui ea animorum contentione, labore, & diligentia rem sunt prosecuti, ut nihil habeam, quod de meo penu eorum laboribus adjiciam. Rem igitur solummodo clare proponamus, plurima, quę certa sunt, & observationib. s constant, præmittendo; cum ex observationibus passim pr bentur.

340 I Colores Iridis tam primariæ, quam secundariæ sunt iidemmet, qui per prysma triangulare visuntur, aut in quos abeunt radii solares per prysma trajecti.

II In qualibet Iride tres pręcipui, & distinctissimi observantur colores, puniceus, seu *ruber*, *flavus*, *cæruleus*: Re tamen bene perspecta septem omnino in Iride sunt colores, scilicet *violaceus*, *purpureus*, *cæruleus*, *viridis*, *flavus*, *aurantius*, *ruber*. Cum tamen aliqui difficilius a vicinis discernantur, tres tamen superius dicti distinctissime perspiciantur; ad eos potissimum deinceps attendimus; licet alios etiam admittamus.

III In interiore arcu, seu Iride primaria ita dispositi sunt colores: infimus, seu interior est *cæruleus*, medius *flavus*, superior *rubeus*. In secundaria, seu exteriore Iride contrario sensu disponuntur, interior est *rubeus*, exterior *cæruleus*. Diversa hęc colorum dispositio est pręcipuum utriusq e Iridis discrimen.

IV Facile cuique est, Iridem arte efficere, si a sole directe aversus ex ore ita aquam pressis labiis in arcum sursum oblique conspergas, ut ea stillicidii instar decidat; in parvis enim stillicidii guttis colores, & parvum Iridis arcum observabis. Idem etiam Phęnomenum videbis, si fontem exilientem, cujus aqua pluvię instar decidat, soli oppositum, & illuminatum inspicias. In insigni fluminis Sancti Laurentii in America Septentrionali *Catadupa* immensa aquę massa ab altitudine 150 pedum in pręceps ruens perennem attollit nubem, ubi Iridis co-

 lo-

(a) *De radiis visus, & lucis.*

lores, & arcum viatores, & incolæ observant (a). Irides igitur aliæ sunt artificiales, aliæ naturales.

341 V. Spectator videt Iridem soli oppositam, ita ut inter Solem, & Iridem tam naturalem, quam artificialem existat. Iris præterea tum solummodo apparet, cum pluvium est Cælum; eaque in parte, in qua nubes in parvas guttas resoluta decidat, & Sol ex adverso resolutam nubem illuminans, non sit supra horizontem elevatus ultra 42 gradus, si Iris sit primaria, vel ultra 52, si Iris sit secundaria.

DEFINITIO.

342 Linea SA (*Fig.* 15) a centro Solis S per oculum spectatoris O ad centrum Iridis ducta, dicitur axis visionis, & axis ipsius Iridis. Anguli autem AOB, AOC, quos in spectatoris oculo efficiunt radii BO, CO a periphæria arcus ducti, cum axe visionis vocantur Iridis anguli.

VI. Arcus Iridis semper est ad axem perpendicularis. Anguli autem primariæ Iridis 41 gradus excedunt, sed ad gradus 42 non attingunt, vel non excedunt; anguli, inquam, non ab horizonte, sed ab Iridis centro computati: sed color *cæruleus* videtur sub angulo 41 graduum 14 minutorum: flavus sub angulo 41 graduum, 30 minutorum: *rubeus* sub angulo 41 graduum 46 minutorum. Secundariæ autem ACE anguli COA ad 51 gradus hoc ordine accedunt Color *rubeus* sub angulo 51 graduum, 46 minutorum: *flavus* sub angulo 52 graduum: *cæruleus* sub angulo 52 graduum, 16 minutorum observatur.

343 VII. Iris igitur spectari potest, ut basis cujusdam Pyramidis, cujus vertex est in spectatoris oculo O, axis est recta OA a sole per apicem ad pyramidis basis centrum ducta. Si Sol sit in horizonte; dimidius tantum arcus verticalis FBG spectatur, reliquum enim impediret telluris crassities; cum supra axem SA horizonti parallelum dimidius solum extet circulus: eo autem in casu spectantur

su

(a) *Hist. du P. de Charlevoix.*

supremi coloris Iridis sub altitudine graduum 42 ab horizonte. Quo autem altius ab horizonte AO elevetur Sol, eo minor Iridis arcus, & quidem ad horizontem obliquus spectabitur: quoad, Sole ad altitudinem graduum 42 elevato, nullus jam primariæ Iridis color spectari poterit. Integram Iridem, seu circulum in nube resoluta factum, raro observabis; maxime tamen artificialem, aut in aquæ sursum violenter salientis elapsu.

344 VIII. Si parvam vitream phialam, aut bullulam aqua plenam A (*Fig.* 16) ita soli S oppositam constituas, & paullatim moveas per A B C, ut fiant angulus DOA 41 graduum, & 14 minutorum, angulus DOB 41 graduum 30 minutorum, angulus DOC 41 graduum, 46 minutorum; iis in positionibus in parva bullula colores Iridis observabis; in prima quidem A *cæruleum*, in secunda B *flavum*, in tertia C *rubeum*. Idem observabis phænomenum, si bullula immobili oculum ita moveas, ut prædicti anguli efficiantur. In hisce autem guttulis, seu phialis vitreis radii solares duplicem patiuntur refractionem, & unicam reflexionem, ut statim explicabimus.

345 IX. Quod si eædem phialæ, seu bullulæ EFG (*Fig.* 16) ita disponantur, ut radii EO, FO a bullulis illuminatis ad oculum O incidentes efficiant cum axe OD angulum, sub quo secundaria Iris apparet; colores secundariæ Iridis in guttulis ita dispositis eodem modo, & ordine, atque in secundaria Iride observabis. In hujusmodi tamen bullulis radii solares duplicem refractionem, & duplicem reflexionem patiuntur. His ita positis, quæ proculdubio vera sunt, fit

PROPOSITIO XXXII.

346 *Iris primaria, seu Iridis colores ex eo efficiuntur, quod radii solares* CL, MN (Fig. 15.) *in pluviæ e nube labentis guttulas, quasi in aqueas phialas incidentes, in easque ingressi, post duplicem refractionem, & unicam reflexionem ita ab iis erumpant, ut ad spectatoris* O *oculos reflectantur sub angulis* 41 *graduum*,

14 minutorum: 41 graduum 30 minutorum: 41 graduum 46 minutorum: eoque pacto in spectatoris oculo praedictorum colorum sensum efficiunt.

Hæc propositio ex iis, quæ supra posuimus, aperte deducitur. Colorum naturam impræsentiarum non explicamus, sed notam ex alibi dictis suppono: id solum noto, per prysmata bullulas, & phialas aqua plenas radios luminis ita diffringi, separari, ac modificari, ut diversos efficiant colores. Omne igitur spatium F L N G, quod, in guttas sese resolvente nube, parvis guttulis sese contingentibus, & aliis alias subsequentibus plenum est, perinde spectari debet, ac si innumeræ parvæ bullulæ essent per totum illud spatium arte dispositæ: idem enim est, sive bullulæ sint naturales, sive artificiales: eo in casu omnes guttæ, & bullulę in semicirculari fascia, seu Zona F N G dispositæ, e quibus radii ad spectatorem O missi efficerent cum axe O A angulum 41 graduum, 14 minutorum, sub colore cæruleo apparerent: sub flavo, quæ mediam Zonam G L sub angulo 41 graduum, 30 minutorum componerent: sub rubeo denique, quæ exteriorem Zonam P N sub angulo 41 graduum, 46 minutorum efficiunt: iidem igitur colores apparebunt in naturalibus aquæ guttis e nube decidentibus (*Fig.* 15).

347 Radii solares M N, C L, qui interiorem arcum, seu primariam Iridem efficiunt, hoc pacto diriguntur: per superiorem partem R ingrediuntur; id enim patet in artificialibus phialis, de quibus supra: si enim tantummodo pars superior R operatur; colores illico evanescunt; licet reliquum phialæ corpus a sole illuminetur. *Secundo*. Ipso in ingressu R refringuntur ad perpendicularem; cum a rariori ad densius medium transeant. In posteriori guttæ parte T partim ulterius ad aerem transeunt, si rectam, & aptam offendant viam: pars vero, quæ in parietes, & partes solidas aeris incurrit, reflectit, & ad partes inferiores V regeritur. *Tertio*. In inferiori parte V in aerem iterum exeunt: ac proinde iterum refringuntur a perpendiculari recedendo, quia a gutta ad aerem, a densiori ad rarius medium transeunt.

Qua

Qua tamen ratione radii per pryſmata, aut guttas tranſeuntes, reflexi, & refracti in colores abeant: utrum ſcilicet id negotii fiat per radiorum modificationem, per umbrarum comiſtionem, an per mutuam ſeparationem, alibi exponimus.

348 Secundaria Iris in naturalibus pluviç guttis, ſicut in artificialibus phialis, hoc pacto efficitur. Radii Solares KS (*Fig.* 15) per inferiorem phialæ, aut guttæ partem S ingreſſi, illicque ob datam modo cauſam refracti ad oppoſitam ſuperficiem H appellunt; ibique reflectuntur, qui in partes aeris ſolidas impingunt, & ad ſuperiorem partem X tendunt, in qua novam patiuntur reflexionem, cujus beneficio ad anteriorem, & ſuperiorem partem Z appulſi in aerem denuo refracti regrediuntur (non quidem omnes, ſed pars ſenſibilis), & a perpendiculari recedendo, deorſum verſus ſpectatorem O diriguntur. Guttæ igitur omnes ſive naturales ſint, & a nube pluvia decidentes, ſive artificiales, quæ Zonam FG ſub angulo 41 graduum, minutorum 46 componunt, colorem habent *rubeum*; quæ interiorem Zonam EG ſub angulo 52 graduum *flavum*; quæ intimam EY ſub angulo 51 graduum, minutorum 16 cæruleum.

COROLLARIUM I.

349 Hinc manifeſte habetur ratio, quare Iris primaria vividiores multo habeat colores, quam ſecundaria. Radii enim in reflexione plurimum debilitantur, quia plurimi in obſiſtentem ſuperficiem introgreſſi deperduntur; cum igitur radii duplicem in ſecundaria, unicam in primaria Iride reflexionem patiantur; inde eſt, quod dilutiores multo ſint ſecundariæ, quam primariæ Iridis colores. Idem eſt de coloribus intermediis, qui trium præcipuorum Zonas determinant, ſuntque eorum veluti confinia.

350 Oppones contra ſuperius dicta. Explicari a nobis vix poterit ſingulare phænomenon, quod jam ſubjicio, obſervavitque Pater *Pardies* (*a*). Per loca ſa-

(a) *Journ. des ſçavans 7. Fev. an. 1667.*

ſatis edita iter agens Pater *Pardies*, ſole ad altitudinem 15 graduum ſupra horizontem orientalem elevato, & clariſſime lucente, caloque nullis nubibus obducto, in humili valle ſoli oppoſita primariam Iridem in herba perfecte vividis coloribus depictam deſpexit. Reſpondeo: Eo tempore matutino olera, & cæteras vallis herbas plurimo, & abundanti rore in guttas ſemper conformato eſſe conſperſas, & humectatas: in iis proinde eodem modo, ac in phialis, & aquæ guttis e nube decidentibus radii ſolares oppoſiti retringuntur, reflectunt, & Iridis colores efficiunt. Neque rarum eſt, partem Iridis ſolo jacentem videre, etiam tum, dum reliquam arcus ipſius partem in aere ſpectamus. Iris in ſolo exiſtens, eſſet quaſi projectio ejuſdemmet Iridis, quæ intra tellurem efficeretur, niſi ea obſtaret.

COROLLARIUM III.

351 Patet igitur jam ratio eorum omnium, quæ ſupra ut certa poſuimus: Iridem ſcilicet ſoli ſemper eſſe oppoſitam: pluvio tantum cælo naturalem, artificiali ſtillicidio, aut phialis aqua plenis artificialem efformari &c. Neque enim radii ſolares in colores abeunt, niſi refractionis, & reflexionis ope; in guttis autem, phialis, pryſmatibus, & id genus aliis reflectuntur, & refringuntur. Radii etiam ſolares dictæ reflexionis, & refractionis ope ad eamdem plagam, unde venerant, regrediuntur: opus igitur eſt, ſpectatorem O inter ſolem, & guttas reflectentes, & refractivas exiſtere.

Diligenter tamen notandum, in omnibus guttis, quæ in toto ſpatio AHEGF (*Fig.* 15) a ſole illuminantur, radios ſolares recipi, refringi, reflecti; eoſque radios in ſingulas hujuſmodi guttas ingredi non tantum per partem inferiorem VS, ſed etiam per ſuperiorem RZ, & cæteras etiam guttarum partes: ex ſingulis præterea illuminatis guttis, & per ſuperiorem, & per inferiorem partem egrediuntur. Quin etiam ex ſingulis guttis innumeri fere radiorum coloratorum faſciculi erumpunt; ſed ad diverſos prorſus ſpe-

spectatores tendunt, & diriguntur, quod ut clarius constet, sit

COROLLARIUM III.

352 Quilibet spectator suam videt peculiarem Iridem tam primariam, quam secundariam; neque duo spectatores eandem videre possunt, nisi successive in eundem locum succedant. Sint plures homines B A (*Fig.* 17) in eadem linea B A ad axem B D perpendiculari dispositi, & in nubem oppositam conversi. Spectator quidem A arcum, seu Iridem observat C; spectator tamen B non primam, sed aliam Iridem E videt, cujus axis est non recta A E Iridis alterius axis, sed recta B D ad Iridem, seu arcum E perpendicularis. Sint deinde (*Fig.* 18) plures spectatores X Z Y in eadem recta horizontali K V in diversis a nube distantiis, vel etiam in ipso axe Iridis: omnes quidem Iridem spectant, quisque tamen suam: In hoc autem casu Irides omnes sunt arcus concentrici: remotior a nube spectator Y Iridem primariam E F G sub angulo 42 graduum: secundariam B C D sub angulo 52 observet: Si spectator Z magis ad nubem proximus eandem spectaret Iridem; esset etiam angulus E Z V 42 graduum, angulusque B Z V 52 haberet gradus: hoc autem est impossibile; est enim angulus externus E Z V interno opposito E Y V major (*a*): si ergo angulus E Z V fuerit Primariæ Iridis proprius; angulus E Y V pauciores habebit gradus, quam ad primariam Iridem videndam requiruntur.

In postrema hac spectatorum dispositione fieri potest, ut eademmet gutta, seu arcus E F G, qui spectatori Z est Iris primaria, sit spectatori X secundaria; & ea in parte B C D, qua spectator Y primariam, spectator Z secundariam videat; & sic deinceps. Vel igitur plures spectatores e diversis locis in nubem aspiciant, vel idem successive locum suum mutet; alia semper, & alia pro locorum diversita-

(a) *Elem. Geom. Elem.* 1.

sitate spectabitur Iris; licet ad hujusmodi diversitatem minime attendatur.

COROLLARIUM IV.

353 Quælibet igitur gutta EF a sole illuminata omnes simul, tam primariæ, quam secundariæ Iridis colores in se habet, aut sub iis apparet; relate tamen ad diversos spectatores Z, una ve bi gratia E, quæ spectatori Z apparet rubea, in N apparet flava, in M cærulea, in X iterum cærulea, sed jam ad secundariam Iridem spectat, &c. omnisque proinde tractus BFL guttis descendentibus plenus, infinitam pene habet colorum varietatem, nullumque est eo in spatio punctum, quod multipliciter coloratum non appareat, ut modo diximus (*Fig.* 18).

354 Iridis altitudo supra horizontem in certa passuum mensura, hoc est, quot passus v. g. supra horizontem elevetur arcus HL, aut quot etiam passus a spectatore sit remotus definiri certo non potest. Etenim ad altitudinem dignoscendam, opus esset, ut distantia prius dignosceretur; hæc autem haberi non potest, nisi eadem Iris e pluribus locis videretur, quod ex supradictis est impossibile. Id tamen verum est, eo altius supra horizontem attolli Iridem, quo fuerit a spectatore remotior, si arcus sint similes: ut enim arcus similes sub eodem angulo ex diversis distantiis spectentur; necesse est, ut qui est magis remotus, sit magis elevatus, ut facile patet ex Geometricis.

COROLLARIUM V.

355 Iris primaria videri nequit, si solis supra horizontem altitudo sit æqualis, vel major 42 gradibus: secundaria si Solis altitudo 52 gradus, & 16 minuta adæquet, vel superet. Cum enim angulus HAG (*Fig.* 19) sit graduum 42, tantumque deprimatur Iridis, seu arcus ILM apex L, quantum ex alia parte elevatur Sol; Sole ad 42 gradus elevato, supremum arcus apicem L ad totidem gradus deprimi necesse est, hoc est, in telluris superficie

eva-

evanescere. Similiter de secundaria Iride discurrendum. Hinc est, quod omnibus in locis, regionibus, & stationibus, in quibus solis altitudo meridiana ad 42 gradus non pertingit, omni diurno tempore formari possint Irides. Hujusmodi regiones sunt omnes in Zonis frigidis, & plurimæ in temperatis jacentes. Ex adverso per omnem Zonam torridam Iris primaria spectari non potest meridiano tempore, aut per horam ante, vel post meridiem; eo enim tempore plusquam 42 gradus supra horizontem elevatur Sol, ut ex Geographia facile constat; licet Sol Antarcticum percurrat, & regio prope arcticum tropicum sita sit.

COROLLARIUM VI.

356 Facile igitur jam constat, quare Iris arcum semper referat: cum enim radii eodemmet colore tincti ad eundem spectatorem adveniant sub eodem angulo cum axe pyramidis; necesse est, ut arcum circa axem efficiant. Duo tandem animadvertenda sunt: primum, arcum, immoto spectatore, sensim elevari vespere, matutino tempore sensim deprimi; contraria enim ad Solem ratione movetur; dum igitur Sol matutino tempore ascendit; descendit arcus: ascendit vero, cum Sol vespere descendit. In sphæra parallela, in qua Sol eodem die, in eadem semper altitudine parallelus ad horizontem circumvolvitur, Iris motu contrario circa horizontem moveri toto die apparet. Secundum: spectatorem immotum non in iisdem semper guttis colores Iridis spectare, licet reapse id sibi persuadeat; actu enim descendunt, & prolabuntur guttæ, aliæque aliis succedunt: quæ igitur modo in Zona B cæruleum, in Zona statim C (*Fig.* 18 flavum, in circulo postea D rubeum colorem spectatori Y ostendit, & ita de aliis tam in primaria, quam in secundaria Iride.

357 Circa Iridem Lunarem nihil est, cur immoremur: eodem enim pacto a radiis lunaribus efficitur, atque alia a solaribus: rarissime tamen, nec nisi in pleniluniis observatur; & colores præterea habet dilu-

suttilimos ob lunarium radiorum paucitatem, & debilitatem. Hujusmodi Iridem observavit *Scherffer* (a), in eaque dicta modo phænomena deprehendit. Tertiam etiam aliquando Iridem apparere, oculati testes sunt *Ulloa*, & *Outhier*: eam tamen, cum apparet, dilutissim s, & intermortuos ut plurimum habere colores necesse est; triplici enim reflexione ad nos regerentur solares radii, in quarum singulis plurimi deperduntur, & debilitantur (*).

DE

(a) *Inst. Phys. p. 2. Exerc. 5. art. 1.*

(*) *Nous avons vû sur les 7 heures du soir un arc-en ciel fort singulier. Comme le Soleil etoit beau au Nord-ouest, il a paru dans la pluie, qui tomboit vers le Sud-est, un arc en ciel triple . . : je n' ai pu appercevoir aucune marque d' un quatrieme arc, qui auroit du, ce semble, paroitre du moins foiblement a quelque distance, & concentriquement a l' arc extraordinaire* (hic arcus extraordinarius alios duos vulgares secabat, illiusque apex supra aliorum apices erat elevatus), *l' arc extraordinaire etoit certainement formé par les raions du Soleil, reflechis par les eaux du lac qui se trouvoit Nord-ouest, de meme que le Soleil.* Voyage au Nord. *an.* 1736. *pag.* 72.

Magis singulare est phænomenon a D. *Ulloa*, & aliis Academicis in Quitto observatum: tres enim arcus Iridis perfectos, & quartum etiam minus perfectum supra horridos illos *Andium paramos* magno cum stupore frequentissime observarunt.

Para nosotros fueron de grande admiracion dos (phenomen s que en los principios no dexaron de sorprendernos con su novedad: pero la continuacion de verlos varias veces repetidos, nos los hizo familiares. El primero fue observado en Pambamarca *la primera vez, que subimos a aquel parâmo: y consistia en un* arco Ir s *entero, y triple formado en esta manera. Al tiempo de amanecer se hallaba todo aquel cerro envuelto en nubes muy densas, las que con la salida del Sol se fueron dissipando, y quedaron solamente unos vapores tan tenues, que no los distinguia la vista: al lado opuesto por donde el Sol salia en la misma montaña,*

a cosa

§

DE HALONE, PARHELIIS, PARASELENE, ET VIRGIS.

DEFINITIO.

358 *Halo* est circulus quidam lucidiores etiam stellas aliquando obscurans, alioque nomine vocatur *Corona*. *Parhelia* sunt spurii aliqui, & ementiti soles, seu veri solis imagines, quæ prope solem interdiu visuntur. *Paraselene* est spuria, & ementita Luna, aut Lunæ imago prope veram Lunam apparens. *Vir-*

a cosa de diez tuessas distante de donde estabamos, se veia como en un espejo representada la imagen de cada uno de nosotros, y haziendo centro en su cabeça tres Iris *concentricos, cuyos ultimos colores, ò los mas enteriores del uno tocaban a los primeros del siguiente; y exterior a todos algo distante de ellos se veia un quarto arco formado de un solo color blanco: todos ellos estaban perpendiculares al horizonte, y assi como el sugeto se movia de un lado para otro, el phenomeno le acompañaba enteramente en la misma disposicion, y orden: pero lo mas reparable era, que hallandonos alli quasi juntos seis, o siete personas, cada uno veia el phenomeno en si, y nò lo percebia en los otros. La magnitud del diametro de estos arcos variaba successivamente a proporcion, que el Sol se elevaba sobre el horizonte. Al mismo tiempo se desvanecian todos los colores, y haciendose impercetible la imagen del cuerpo, al cabo de buen rato desapparecia el phenomeno totalmente: en los principios era el diametro del* Iris *interior tomado en el ultimo color que le correspondia, de $5\frac{1}{2}$ grados a corta differencia; y el del blanco exterior y apartado de todos 67 grados. Quando empezaba el phenomeno, parecian los arcos en figura oval, ò eliptica correspondiente al disco del Sol, y despues se perfectonaba, hasta quedar perfectamente circulares.* Ulloa *Relacion Histor. P. 1. lib. 6. cap. 9.*

Virgas denique appellamus longos, & luminosos lucis tractus, qui e nubibus ad terram extenduntur, vel etiam inter nubes jacent, & Iridis colores interdum referunt.

359 Astrum circa quod *Halo*, seu *Corona* observatur, in phænemeni centro, aut prope centrum semper apparet. Nec infrequens est, ut non unus dumtaxat, sed duo pluresve circuli, seu *coronæ* concentricæ circa astrum observentur. Halonum, qui Solem, aut Lunam cingunt, amplitudo non eadem in omnibus est, sed eorum diameter 12, 30, 45, & aliquando etiam 90 gradus adæquat: qui circum alia astra observantur, ultra 5 gradus non occupant: frequentius vero 2, 3, aut 4 gradus exenduntur. Plerumque nullum habent colorem, sed velut peripheria candida conspiciuntur: interdum vero Zonas habent coloratas: colores tamen, neque iidem semper sunt, neque eorum ordo semper constans. Illud tamen certum est, longe semper esse dilutiores in halone, quam in Iride colores: & multo frequentius circa Lunam, quam circa Solem phænomenum ejusmodi apparere; frequenter etiam accidit, ut in singulis, diversisque ejusdem halonis Zonis, seu coronis concentricis, neque iidem colores sint, neque idem colorum ordo existat. Peculiares horum omnium observationes non adduco, quia in phænomeno passim occurrente rem per se examinare unusquisque potest.

360 Halones, seu coronæ arte parantur, iis omnino similes, quos in cœlo circum astra observamus: atque ex artificialium cognitione, & formatione, quæ naturalium causa sit edocemur, ut circa Irides etiam observavimus; utrumque vero jam exponamus.

PROPOSITIO XXXIII.

361. *Halones ex eo oriuntur, quod radii solares, aut lunares sub Sole, aut Luna intra telluris atmosphæram in nubem incidant, compositam ex vaporibus, seu insensibilibus guttulis, quæ minores sint iis, in quibus pingun-*

guntur Irides, & præ raritate sua sint in aere suspensæ.

Probantur singulæ propositionis partes, & primo quidem, halonem fieri intra nostram atmosphæram: neque enim, nisi cælo nubilo apparent, neque è duobus locis dissitis, in telluris superficie videntur: multa præterea habent cum Iride communia; deinde dissipata nube illa rara, qua eo tempore, & loco, quo apparet halo, obductum est Cælum, illico dissipatur etiam halo: deficit etiam totus halo, si integra dissipetur nubes: quod si nubis solum pars aliqua deficiat, ex ea etiam parte disparet Halo: Tandem quamprimum ventus ea in parte atmosphæræ spiret; evanescit illico corona.

362. 2° Fieri in vaporibus in propositione indicatis, experimento, & ratione constat: 1° Similis enim corona candelam cingit, cum inter candelam accensam, & observatorem interest nebula, aut crassiores vapores; seu cum candelam accensam per medium fumum e fervente aqua erumpentem intuemur. 2 Sit bulla quædam vitrea BC (*Fig.* 20.) aqua plena, quæ vaporem referat, in eamque Soli expositam incidant radii solares AR, MI, qui omnes post bullam in charta candida excipiantur. Radii perpendiculares AR recta transeunt, nullumque colorem in opposita charta depingunt; radii tamen MI, MH, OL, OG, qui in bullæ Zonas HI, GL, BC incidunt, & semel in ingressu, iterum in egressu refringuntur, Zonas etiam coloratas in charta exhibent iis coloribus distinctas, quos in Iride observamus, *rubro, flavo, cæruleo, violaceo &c.* Quod si chartæ loco spectator constituatur; diversas Zonas coloribus iis distinctas circa lucernam per medium bullæ lucentem observabit; radii enim per totam faciam, seu Zonam circularem HI transacti, & dupliciter refracti, quemdam determinatum colorem induunt, & primum annulum coloratum DN in charta pingunt, aut exhibent: oculus igitur è loco annuli DN per bullam in lucernam intuens, rotundum annulum coloratum HI in MM refert, eoque luminosum A circumductum intuetur.

 Jam

Jam vero radii illi solares A M M O P per phialam, & phialæ Zonas traducti post duas refractiones coeunt, seu transeunt per punctum R: Si igitur oculus existat in R immotus; illas omnes prædictas coronas coloratas eodem tempore, & ex eodem loco circa luminosum videbit.

363. Sint præterea guttæ quamplurimæ A B C D E F G H I ab R E M (*Fig. 21.*) non parum remotæ, in quas incidant etiam radii P Q S T radio R paralleli: Radii a Sole in hujusmodi phialas naturales, seu bullulas incidentes perinde refringuntur, atque A M O &c. in phiala artificiali B C, vel etiam prysmate triangulari: E singulis hisce bullulis radii diversi, diversis etiam coloribus tincti, per diversas tamen directiones, seu angulos egrediuntur, ut in radiis per prysma, aut per phialam B C traductis observatur: in guttis v. gr D F aliqui radii perinde refringuntur, atque M I, M H in phiala: hujusmodi autem radii eundem in puncto M colorem generabunt, quem radii M I, M H in puncto R: aliqui radii similiter in guttis C G (*Fig.* 20 21.) refringuntur, colorantur, & diriguntur ad M, atque radii O L, O G in phiala: eundem igitur colorem in M exhibebunt in prædicto puncto, quem Radii O L, O G in puncto R, & sic de aliis: Spectator igitur M in ejusmodi puncto existens colorem alium in parte, seu guttis O E, alium in parte, seu guttis C G spectabit: finge modo guttas omnes A B C D E F G H I circa radium, seu axim R M, a Sole ad spectatorem ductum, circumvolvi in eadem semper ab illo distantia: cum in singulis hujusce revolutionis punctis similiter, & sub eodem angulo a Sole illuminentur; eumdem radium eodem colore tinctum ad spectatorem emittent. Spectator igitur M duas, tres, aut plures Zonas coloratas, & circulares circa astrum in earum centro apparens videret. Perinde autem est, sive guttæ A B C circumvolvantur, sive spatium, per quod revolventur, sit similibus guttis plenum. Eo pacto non tantum duæ, sed plures interdum Zonæ coloratæ circa Lunam, Solem, aut lucidiora Sydera apparent.

364 Oppones. Singuli vapores, seu bullulæ in toto spatio A I contentæ, a Sole, aut Luna illuminantur, eorumque radios refringunt, ac proinde coloratos transmittunt: vel igitur in toto spatio A Z I L Iridis colores observabimus, ac proinde halonis figura non erit circularis; vel nullus etiam color in circularibus Zonis observabitur. Resp. E singulis vaporibus in spatio A Z I (*Fig.* 21.) contentis radios emitti coloratos, sed ad diversos spectatores dirigi, ut de Iride superius diximus: E Zona v. gr. A Z I, seu e bullula A radius A K rubro B M parallelus, ac proinde similiter refractus, & eodem colore tinctus transmittitur; sed ob ipsummet parallelismum cum radio B M, non ad punctum M, in quo radii B M, A M terminantur, sed ad punctum K dirigitur, & ita de aliis.

365. Vapores tandem, qui sunt halonum materia, tenuiores iis esse, in quibus Iridis colores pinguntur, ex eo constat, quod Iridis bullulæ actu pondere suo prolabuntur; quæ tamen halonem efficiunt, sunt in aere pendulæ, & ab illo sustentantur; majorem igitur habent tenuitatem, raritatem, & minorem massam, quam guttulæ, in quibus Iridem spectamus.

COROLLARIA.

366. I. Ex dictis constat, non fieri, aut formari halones in stellulis ex glacie pellucida compositis, ut *Cartesio* primum, & pluribus deinceps ejus asseclis arrisit: neque in globulis grandinis nivem in se se comprehendentibus, ut post *Christianum Huighens* plures alii existimarunt. Præterquam enim quod ratio, & experientiæ demonstrent, halonem eo, quem diximus, modo in vaporibus efformari; plurimi interdum hujusmodi phænomena statione illa observantur, in qua nullæ vel nives, vel grandines efformari possunt. Deinde globi, aut stellulæ glaciatæ præ gravitate sua non possent in aere sustineri, sed statim prolaberentur; halones autem per longum tempus in aere visuntur.

367. II. Halo circularis apparet ; quia radii colore tincti sub eodem angulo, similiterque refracti ad spectatorem M diriguntur ab omni parte. Solem, aut Lunam sequuntur, seu potius sequi videntur Halones: quia astris successive procedentibus ex aliis semper, & aliis vaporibus circa rectam RM, & in eadem ab illa distantia refringuntur, atque transmittuntur semper ad spectatorem radii. Unde etiam patet, astrum in Halonis centro semper existere, licet utrumque semper moveatur, & quod modo in parte nubis A apparuit, in alia deinceps parte B conspiciatur.

368. III Halo interdum in aliqua parte potest deficere, dum in alia lucidus perseverat; si nempe ex parte aliqua dissipentur vapores, dum ex alia parte supersunt; falcatum proinde aliquando spectabitur phænomenon, ut de Iride etiam diximus. Halonis magnitudo varia esse potest; pro majori scilicet vaporum raritate, aut densitate, & pendente ex iis radiorum refractione : ex majori etiam, vel minori vaporum altitudine, & distantia hujusmodi varietas oritur.

§.

PARHELIA, ET PARASELENE.

OBSERVATIO.

369. Plurimi aliquando interdiu Soles visi sunt ; tres simul apparuisse auctor est *Plinius* (*a*). Septem Dantisci observavit *Hevelius* anno 1661., 20. die Februarii sub horam undecimam (*b*) Anno autem 1629. quinque observavit Romæ *Scheinerus*, sequenti anno septem. Ementiti Soles luce aliquando parum vivida fulgent ; adeo tamen aliquando coruscant, ut eorum lucem acies oculorum ferre nequeant. Eorum insuper duratio varia : horam aliquando, interdum duas, aut quatuor tenent. Cum hujus-

(a) *lib. 2 Hist. Nat. cap. 31.*
(b) *apud Keill t. 2. Phys.*

hujusmodi phænomenum apparet; aliqui semper halones circa Solem, aut Lunam videntur, qui se se mutuo intersecant. In halonum solumodo periphæriis, & fere semper in intersectionibus parhelia videntur. Generatim vero circa Parhelia etiam observatur, eo esse lucidiora, quo minus vividi fuerint colores Halonum, in quorum intersectionibus efformantur; alios esse caudatos, alios cauda omnino carere: in eorum periphæriis, seu extremitatibus coloratos nonumquam apparere. Hæc eodem modo in *parasselenis* observantur: quæ ut clarius intelligantur, inspice in subjecto schemate *parhelia* Dantisci ab *Hevelio* observata.

370. Verum Solem A non multum supra horizontem elevatum Halo coloribus Iridis depictus BGCI (*Fig.* 22) circularis, & horizontem fere lambens in I circumdabat: eum circulum coloratum duo alii Halones ZLY coloratus, & EKD candidus, concentrici cingebant; quorum pars, impediente horizonte deficiebat: Per verum Solem A alius pertransibat Halo prioribus excentricus, eosque intersecans, cujus centrum erat in K, ipsius loci Zenith: hic tamen circulus intra halonem B G C disparebat. Alius præterea circulus, seu circuli excentrici segmentum QGR halonem BGC contingebat in G: alia alterius circuli excentrici pars TLS halonem ZLY contingebat in L; Soles denique hoc ordine, & numero apparebant: verus in A, spurii duo Soles Iridem in marginibus referentes in intersectionibus BG visebantur, albicantibus caudis BU, CX per circulum horizontalem productis instructi: alii item duo mentiti Soles multum lucidi, nullisque coloribus præditi in intersectionibus ED lucebant: Sextus postremis hisce duobus prorsus similis, è regione veri Solis A apparebat in F. Septimus tandem Sol colore præditus apparebat in intersectione L. Hucusque phænomeni descriptio, quod per horam fere, & dimidiam duravit.

371. Extra dubium esse debet, parheliorum colores ex iisdem causis provenire, ex quibus Iridis colores nascuntur, quos superius suis in locis ex-

plicavimus; certum etiam est, dicta phænomena intra telluris atmosphæram in rarioribus aliquot nubibus contingere: neque enim è pluribus locis videtur unum, idemque hujusmodi metheoron; quod citra dubium contingeret, si extra atmosphæram existeret: neque alia ratione parhelia efformari posse videtur, nisi solarium radiorum in vaporibus terrestribus reflexione, & refractione.

PROPOSITIO XXXIV.

372. *Parhelia, & Paraselene non aliunde oriuntur, quam ex intersectionibus halonum luce satis vivida fulgentium; ex quibus fit, ut ob geminatam lucem splendidius quadrata illa elucescant, & Solem referant; accedere etiam potest peculiaris aliqua radiorum solarium reflexio.*

Ita rem explicat & proponit *Josephus Kbell* (a) post *Gassendum*, *Sturmium*, *Verdrtes*, & alios. Primo enim in Halonum intersectionibus fere tantum parhelia observantur, ubi proculdubio multo copiosior est lux, Deinde nulla alia est ratio hujusmodi phænomena explicandi, ut facile constabit, si explicationes ab *Hugenio*, aut *Cartesio* datas attente legas.

373. Dices tamen; Etiam in F Parhelium observatur; licet nulla illic sit Halonum intersectio: ex adverso autem in puncto L, Halonum intersectione nullum videtur parhelium. Respondeo: Fieri quidem potest, ut in puncto F circulum F A Halo intersecet, qui tamen vel ob nimiam distantiam, vel aliis de caussis sit invisibilis, ut pars arcus E K D circa punctum K. Dici etiam potest parhelium F esse reflexionem parhelii E D. Quod ad intersectionem L attinet, dici potest, aliquod ibi existere parhelium, debile tamen, & ob nimiam veri Solis A, & parheliorum B C G splendorem, & viciniam videri non potuisse.

374. Explicatu difficilis est circulus albus E F D circa regionis Zenit, velut circa centrum existens. Pro-

(a) *loco citato*.

Probabile mihi eſt, ejuſmodi circulum ex radiorum ſolarium in craſſioribus nubis vaporibus reflexione provenire. Cur tamen circularis appareat deſcripta Zona albicans, in medio relinquimus: dici tamen poteſt, id in peculiari illo phænomeno ex nubis figura originem duxiſſe.

SCHOLION.

375. Renatus Des-Cartes *parhelium ex eo fieri autumat, quod radii ſolares ex nube conglaciata ad nos reflexi, & refracti Solis imaginem in eadem nube depingant. Sed tamen difficilia iſta mibi ſunt.* 1° *Quia nubes conglaciata in terram illico pondere ſuo prolaberetur, inſtantaneaque eſſet prædicti phænomeni duratio, contra ac ſuperius diximus.* 2° *Qua etiam ratione fieri poteſt, ut nubes, immenſa vaporum maſſa, in glaciem vertatur, quin prius in aquam, ſeu pluviam reſolvatur; quamprimum autem in aquam reſolvantur vapores, ſtatim in terram deſcendunt. Mitto alia, quibus Carteſii opinio ſubeſt.*

376. *Iiſdem fere rationibus ſatis rejicitur* Chriſtiani Hugenii, & Petri van Muſchembroekii *conjectura; quod ſcilicet albus circulus* E A D, *& parhelia efficiantur ex eo, quod radii Solares incidant in ſpicula quædam, & cylindros glaciales, & niveos, e quibus ad ſpectatorem regerantur. Hujuſmodi enim cylindri ſolidi in tellurem ſtatim laberentur; parheliaque breviſſimo ſolum tempore durarent.*

377. *Virgæ denique obvium paſſim metheoron, nibil in ſe notabile continent, quod ex ſupradictis non intelligatur: Si enim ſint longi nubium tractus colorati; iſti colores eandem babent cauſam, atque colores Iridis: Ii vero lucidi, ſeu albentes tractus è nubibus in tellurem porrecti, ſunt radii ipſi ſolares per medias nubes trajecti, & ex atmoſphæræ vaporibus copioſe ad nos reflexi.*

378. *Inter metheora lucida, & ignea locum etiam babet globus igneus, ſeu ardens, qui nonumquam in atmoſphæra apparet. Communia bujuſmodi globorum phænomena ſunt ſequentia:* 1° *Eorum figura eſt ſphærica: id autem fluidis in alio fluido natantibus, & ab*

illo undique pressis commune est: prædicti vero globi sunt fluida materia inflammabilis, ex sulphureis, aliisque similibus exhalationibus potissimum composita. 2° *Horum magnitudo omnino varia: pro majori scilicet, aut minori exhalationum in atmosphæra, & phænomeni loco tum temporis existentium copia. Globus ardens a* Kirck*o Lipsiæ anno 1686. observatus dimidiam Lunæ apparentem diametrum æquabat: paulatim disparuit, seu evanuit; dum tamen luxit, tellurem ita illuminabat, ut ad ejus lumen epistolæ noctu legerentur. Cum autem idemmet globus e Civitate* Sch'aitz, *undecim leucis Germanicis a Lipsia remota, fuerit observatus; illius altitudo 5 aut 6 milliaria æquabat: globi igitur diameter plusquam 300. pedes extendebatur: erat igitur parva quædam nubes ardens, & in globum undequaque pressa.* 3° *Multi per aerem moventur motu ut plurimum rapido: alii in eodem loco consistunt, quoad tandem evanescant. Qui moventur, quamdam post se caudam trahunt, seu relinquunt: omnes autem, cum dissipantur, imo & quacumque transeant, sulphureum odorem circumquaque emittunt, & post se relinquunt. Aliqui non paulatim, sed simul dissipantur, seu potius horrendo cum fragore displodantur, cujusmodi fuit, quem anno 1719. Bononiæ observavit* Balbus, *Lunæ apparenter æqualem, tetro colore præditum, cujus tamen lumen solarem lucem, cum in horizonte ortivo existit, referebat. Cauda, quam post se trahebat, septem illius diametros æquabat. Quatuor in illo observabantur tetræ veluti voragines, fumosam materiam eructantes.* 4° *Aliqui, dum moventur, magno cum strepitu feruntur: alii autem taciti pertranseunt. Ex phænomenorum igitur, atque effectuum similitudine indubium mihi est, hujusmodi globorum materiam eamdem esse, ex qua fulmina componuntur, licet aliqua interveniant discrimina, ex quibus singulares etiam nascantur effectus ignei globis præ fulminibus, aut vicissim convenientes.*

379. *Sunt igitur ii globi luminosi, nubes quædam copiosissimo igne electrico instructæ, atque refertæ: & hinc non solum fulminis, sed etiam (immo potius) auroræ borealis phænomena edunt: cum ex eadem materia omnia hæc metheora componantur, eamdemque causam habeant:*

habeant: nihil igitur ad relata explicandum hoc in loco addimus; cum illa omnia superius jam exposuerimus.

LECTIO IX.

De sonori corporis, & soni natura, & proprietatibus.

DEFINITIO.

380. Sonus tripliciter considerari potest; in anima, in corpore sonoro, in medio: Anima sonum percipit; corpus sonorum illum producit; medium vero propagat, seu transmittit. Sonus, sicut & omnes aliæ qualitates, quas percipimus, aliud est, & longe quidem diversum, in anima, aliud extra animam, in medio, & in corpore sonoro. Sonus in anima est ea peculiaris animæ perceptio, affectio, idea, & sensus, quem in nobis experimur, cum aures nostræ pulsantur, cum audimus, & audiendo objecta percipimus. Nullam porro homini surdo ideam soni ab anima percepti exponere possumus, licet illius aures æque, atque nostræ, sono externo afficiantur: sicuti etiam cæco nullam plane luminis, colorum, aut visionis ideam explicare umquam poterimus; licet ejus oculi a luce etiam feriantur. Sonus prout est extra ideam, est ea corporum affectio, & particularum motus, quo ad auris organum allato, ea in anima excitatur idea, & sensatio, quam *sonum*, seu soni perceptionem nuncupamus. Sonus igitur extra animam est aliquid a sono intra animam diversissimum.

381. Extra animam enim, ut statim dicemus, nihil est præter diversos corporum, & eorum particularum motus; *sonus* igitur, *strepitus*, *clamor*, *harmonia*, *murmura* sunt solummodo modificationes animæ, quæ proinde non existerent, si nulla esset anima sensitiva, licet ii, qui modo sunt, in corporibus essent motus.

DE

DEFINITIO.

382. *Sonora corpora* illa ſunt, quæ colliſa, aut percuſſa, eorumque partibus in tremorem concitatis, ſonum edunt. Quid ſit mutua corporum colliſio, & tremor, nullus ignorat: Diſtinguendus tamen eſt integri corporis tremor a tremore partium: cum *tremor* ſit *frequens*, & *repetita vibratio*, *aut oſcillatio*, ſeu frequens, & repetita tenſio, atque reſtitutio ejuſdem corporis; ſi corpus aliquod integrum, tamquam ſi unica eſſet indiviſa maſſa, citiſſime oſcillat; dicitur tremere corpus ſecundum ſe totum, ſeu totius indiviſæ maſſæ tremor; cum vero omnes, aut aliquæ corporis partes prædictam habent oſcillationem independenter ab oſcillationibus totius corporis, dicitur tremor partium corporis, & corpus tremere ſecundum ſuas partes. Nonnumquam tremor totius corporis cum tremore partium conjungitur; aliquando vero, trementibus partibus, quieſcit totum, aut vice verſa.

SCHOLION.

383. *Antequam de ſono ulterius diſputemus, auditionis organum exponamus. In Auditionis organo, ſeu aure ſequentes potiſſimum ſunt, & notantur partes, primum pars exterior* A B C (Fig.23) *quam exterius prominentem omnes agnoſcunt: eſt hæc pars externa quædam auris expanſio, tenuis, elaſtica, & cartilaginea, membranis aliquot obducta & prominentiis, atque cavitatibus diſtincta: tenuitas, & elaſticitas (ut jam hinc auris partium uſus indicetur), ut facile ab aeris undulationibus excitetur, hoc eſt, ſonos excipiat, maxime inſervit: cavitates vero, & flexus ad ſonos repercutiendos, & verſus inferiores aurium partes dirigendos.* 2° Cochlea D F E, *quæ ab externa aure tortuoſe ad* tympanum *uſque* G H *producitur; aperto ſemper ore aerem, & ſonum excipit, & tranſmittit. Illius apertura ſeu amplitudo eſt quinquagies minor, quam totius externæ auris amplitudo: ſonus proinde, ſeu undulationes aeris ab aure in cochleam, ſeu tubum audi-*

auditorium transmissæ quinquagies intensiores sunt, quam aure ablata existerent. Multiplici flexu atque sinu sonus debilitatur; ne vehementius, quam par esset, tympanum pulsaret: Eadem etiam de causa ultima cochleæ directio est ad tympani G *membranam valde obliqua, cum illaque angulum valde obtusum efficit.*

384. 3° Tympanum GH *est subtilis quædam, sicca, & diaphana pellicula in modum tympani conformata, accipiendis, & transmittendis vibrationibus aeris aptissima. Hujusmodi pellicula utramque tympani basim efficiens ex omni parte margini cochleæ, seu tubi auditorii committitur, aut adhæret: ex superiori parte est aliquantulum cava, convexa vero inferius; neque ullibi est perforata. Tympanum, seu pellicula tympani, ope trium musculorum modo magis, modo minus distenditur, aut remittitur, ut ad undulationes aeris, seu externum sonum ad ipsum tympanum pervenientem attemperetur, & harmonice cum illo, modo inferius explicando contremiscat.* 4° Capsa NM *tympanum a tergo contingit, & tria in se complectitur parva ossicula, quæ ab eorum figura, aut etiam munere* Malleus H, Incus I, Stapes L (Fig 24.) *nuncupantur, & sibi ordine committuntur, malleus scilicet Incudi, incus autem stapedi: porro manubrium Mallei convexæ tympani superficiei exterius adhæret, ab illaque undulationes, tremorem, & ictus accipere potest, & transmittere in incudem, incus in stapedem, stapes in labyrinthum, ut postea exponemus. Capsa est aere semper plena, quem per tenuem, & longum canaliculum ab ore ad ipsam usque productum recipit: eamdem proinde habet elasticitatem aer in capsa, & canaliculo contentus, atque aer externus, quocum comunicat. Hujusmodi canaliculus, quem* Aquæductum *nominamus, ad auditionem non parum inservit.*

385. *Post capsam observatur* labyrinthus OṘPQ, *quocum capsa ipsa per duo parva foramina, seu potius parvas fenestras comunicatur, membranis tamen semper occlusas, quarum præcipua est fenestra ovalis, cui adhæret* Stapes, *illius membranam pulsans. Est autem* labyrinthus *multiplex, & tortuosus canalium plexus, qui pluribus ductibus se se invicem circumdant, & complectuntur. Prima labyrinthi pars est vesti-*

vestibulum R, *cavitas nimirum irregularis intra os petrosum posita, duas fere lineas longa, lata, & profunda. Vestibulum ex omni parte in fenestras hiat: fenestra ovalis capsam respicit: quinque foraminibus ab eo incipiunt, & in illud regrediuntur tres canales semicirculares* OPQ: *per quinque foramina nervum Auditorium* V *excipit, & cum illo comunicatur: Cochlea tandem* S *per apertum orificium ab eodem vestibulo incipit. Cavitas labyrinthi, hoc est, vestibuli, canalium* OPQ, *& Cochleæ* S, *suo aere plena est, qui licet cum aere externo, neque cum illo qui in tympano, aut capsa existit, communicetur, ab humeribus tamen renovatur, & expurgatur, ut & purus semper existat, & elasticitate externum adæquet.*

386. *Notabilis maxime est Cochleæ* S *structura: est autem hæc canalis conoideus, cavus, spiralis, quasi esset circa conum convolutus, eumque usque ad apicem duabus integris spiris cum dimidia circum cingeret. Totam cochleæ cavitatem in longum in duas cavitates dividit sepimentum quoddam* XZ (Fig. 25.), *quod quidem ex una parte est osseum ex alia vero membranaceum: cum canalis a basi usque ad apicem angustior semper fit; etiam membrana sensim amplitudine decrescit. Membranam componunt series fibrarum ab axe ad periphæriam ductæ, sibique parallelæ: quare sunt tamquam series, aut scala triangularis chordarum tensarum, & brevitate semper decrescentium. Scala hæc triangularis Chordarum desinit, comunicatur, & committitur nervo Auditorio* V, *qui per quinque foramina vestibulum ingrediens, expansione sua internam vestibuli, & canalium* OPQ (Fig.23.) *superficiem componit, & tandem ad Cochleam flectens cum scala triangulari continuatur. Extremum alterum cavitatis cochleæ ad fenestram rotundam, quæ capsam respicit, tympano opponitur, & tensa membrana est clausa, terminatur.*

387. *Nervus tandem Auditorius per medium os petrosum cerebrum, animæ sedem, ingreditur. Peculiaria cujusque ex supradictis partibus munera inferius post expositam soni naturam explicabimus: modo quid sit sonus in corpore sonoro, quid in medio, & quid tandem in anima, inquiramus. Tria autem hæc esse di-*

versa

versa patet, quia corpus antea pulsatum, & sonum edens; si ponatur in vacuo, nullum edit sonum, licet eodem modo pulsetur: pulsatum autem in aere ab homine surdo nullam in pulsantis anima soni ideam generat.

PROPOSITIO XXXV.

388. *Corpus sonorum est illud, cujus partes minimæ, corpore percusso, colliso, constricto, perfricto, aut disploso, contremiscunt, mutuis, crebris, repetitisque undulationibus, & vibrationibus aliæ in alias, & in circumstantia corpora agunt: Sonus proinde in Corpore sonoro consideratus est crebra illa, repetita, alternata, & partialis minimarum particularum agitatio, undulatio, concussio, tremor, & subsultus.*

Hæc propositio, quæ a nemine jam, quem sciam, inficiatur, ratione & observationibus constat. Primo: Corpus quodcumque fluidum, solidum, molle, durum, elasticum, quantumvis aliàs sonorum sit, v.g. cymbalum, chorda, metalla, nullum sonum edit, etsi millies impellatur, trahatur, & oscillet; si corpus integrum, perinde, ac si indivisibile esset, totalibus solummodo vibrationibus, & oscillationibus agitetur, & moveatur, quin minimæ illorum particulæ partialiter agitentur, subsultent, contremiscant, ut quotidiana experientia docet: quantumvis enim citharæ chordam exposita ratione tractes; quantumvis cymbala, malleo utcumque, pulses, atque oscillationibus agites; nullum edunt sonum. Rursus ea corpora, quorum particulæ si comprimantur, facile cedunt, & comprimuntur, quin resistant, resiliant, & restituantur, qualia sunt plumbum, creta, lutum, lana, muta sunt; quantumvis massa eorum totalis, & minimæ particulæ totaliter, ac sigillatim agitentur, & ad undulationes, oscillationes, tremorem, ac subsultum compellantur, ut passim etiam observamus, dum lanam vestes, & alia corpora tractamus. Tandem prima illa corpora, chorda v.g. cymbalum, aurum &c., quæ ad totales tantum oscillationes, & vibrationes adacta nullum edunt sonum; sonora evadunt, cum pri-

primum ita agitentur, pulsentur, & concutiantur, ut non tantum integra illorum massa, sed minimæ illorum particulæ vibrentur, oscillent, contremiscant; & aliæ in alias subsultent, ut mille experimentis in oculos nostros quotidie incidentibus observamus. Id data opera in duabus forcipis lamellis observavit *De la Hyre* (a); eas enim primo ita tractavit, ut citissime, & se totis solumodo oscillarent; postea vero ita concussit, ut earum partes etiam oscillatorium haberent motum: primo autem nullum edebant sonum, maxime vero secundo modo tractatæ; licet in primo fortius, & vehementius oscillarent, quam in 2 experimento. Ex his autem omnibus propositio manifeste suadetur.

389. 2 Notissima etiam sunt sequentia experimenta: simul atque tintinabulum pulsatum, & sonans manu prehendas, panno, aut lana obducas; cessat sonus, cessante partium tremore, licet integrum tintinabulum adhuc oscillet: nive supra pulsatam, & sonantem campanam cadente, cessat, aut vix percipitur sonus: si chorda, aut fides sit admodum laxa, licet plectro pulsetur, & oscillet, vix sonum edit: maxime vero sonat, simul ac tendatur; in 2 enim, non in primo casu illius partes contremiscunt: chordam supra citharam tensam plectro sebo obducto pulsa, aut percute; non sonat: plectrum colophonia exasperato, & exasperato chordam iterum percute; maxime sonabit. Omitto alia ad rem confirmandam non necessaria.

390, 3 Eo solum minimarum particularum motu, quem asserimus, in corporibus existente, corpora ipsa medio aere, cui eum motum communicant, per eumque ad aures transmittunt, ita aures, & auditorium nervum afficiunt, ut anima iis affectionibus excitata soni perceptiones eliceret, & eorum discrimina percipere valeat, seu potius eas eliciat ideas, sensum, & perceptiones, quibus objectorum externorum existentiam, & affectiones percipiat, & sonum internum, clamorem, strepitum,

(a) *Memoires de l'Acad. 1716. pag. 266.*

tum, concentum, harmoniam intra se ipsam producat, & sibi ipsi repræsentet.

391. 4° Ipsis etiam oculis, & tactu insensibiles corporis sonori partes, dum sonum edit, tremere, oscillare, & subsultare dignoscimus. Si parvos globulos supra incudem disponas, eamque malleo in altera ejus extremitate ita fortiter ferias, ut vehementer sonet, post mallei ictum globuli omnes contremiscunt, atque subsultant: pari igitur motu singulæ incudis partes, quibus sustinentur, agitantur, dum integra incudis massa quiescit: Si vitrei vasis, aquam continentis, labra digitis citissime circumductis arcte constringas, ut sonum vehementem edat; aquam illico subsultare, crispari, tremere, & aliquando etiam extra vas sese proiicere animadvertes; quamtumvis vas integrum maneat immotum: oculis etiam, tactu vero potissimum, peculiarem minimarum particularum tremorem, subsultationes, & oscillationes experimur, si pulsatam, & sonantem chordam, aut campanam attrectemus.

392. Ex his autem, & aliis plurimis, quæ afferri possent, habemus 1° Nullum corpus, etsi alias sonorum sit, sonum edere, quamdiu aliqua ratione non movetur, in quibuscumque circumstantiis corpus id existat: ac proinde sonum in corpore sonante aut esse motum, aut motum supponere: 2° Motum corporis sonori, in quo sonus consistit, vel ad sonum prærequisitum, non esse oscillationes integri ipsius corporis; sed oscillationes particularum corporis. 3° Nihil aliud opus esse, ut corpus, aliàs sonorum, sonum edat, quam ut in partiales oscillationes concitetur, & contremiscat. Sonus igitur in corporibus sonoris nihil est a prædicto eorum partium tremore, & oscillationibus distinctum.

PROPOSITIO XXXVI.

393. *Sonus, prout in aere propagatus consideratur, consistit in motu crassioris aeris tremulo, seu in tremulis, & celerrimis oscillationibus, & vibrationibus, quas aeris particulæ, & superficies sonoro corpori proximæ ab*

ab ipso recipiunt, & per continuatum aerem ad aures usque, tympanum, labyrinthum, & nervum auditorium transmittunt.

In hac propositione, quæ ex prima deducitur, omnes etiam conveniunt. Prob. 1. Corpora sonora sonum in medio producunt; at nihil aliud producere possunt in aere, nisi supradictum motum tremulum, & oscillatorium, quo ipsi etiam agitantur, & concutiuntur, effectum scilicet causæ similem, & analogum. 2. Aer prædicto motu concitatus, & oscillatorium tremorem ad aurem transferens, seu eo tremore aurem, & nervum auditorium pulsans, & afficiens, soni perceptiones in anima excitat: si igitur corpus sonorum prædictum motum aeri imprimit, & medio aere ad aures transmittit, jure merito concludimus, sonum in aere, seu medio considératum, nihil esse aliud a prædicto motu distinctum. Experimentis etiam, & mille passim observationibus constat, sonora corpora, qualiacumque illa sint, aerem movere; quin immo aere ipso mediante cætera etiam corpora commovent. Sic exploso tormento bellico, adeo violenter concutitur aer, ut longinquæ etiam domorum portæ, & fenestræ recludantur, rumpantur vitra, parietes aliquando agitentur. Ad organorum, & tympanorum sonum, & strepitum scabella nonnumquam è regione posita subsultant: pulsatis citharæ fidibus, alterius etiam citharæ æque attemperatæ, & prope stantis fides nullo pulsa te eumdem sonum edunt. Huc etiam spectat celebre illud experimentum a *Morhoffio* traditum, & expositum; ipso quippe teste, pocula vitrea ad harmonicum quemdam sonum fremebant, Iono continuato integra contremiscebant, & in frusta denique concita sunt (*a*).

394. 4 Sonum in aere crasso vibrationibus tremulis concitatq continere, non vero in ulterius suo ilioris materiæ vibrationibus inde patet, quod campana pulsata, ut horologii authomati oscillationes intra machinæ Pneumaticæ recipientem editæ nullum edant sonum post aeris extractionem; non-

(*a*) *Apud Zanchi Phys. Gen. p. 2. diss. 3.*

nondum extracto aere perinde sonent, & audiantur, atque si extra machinam sonarent; aere vero sensim extracto, & rarefacto sensim etiam imminuatur, & debilitetur sonus.

COROLLARIUM I.

395. Sonus igitur extra animam spectatus, vel in corpore sonoro, vel in medio, per quod diffunditur, consideretur, nihil est aliud, quam prædictus particularum tremor, & oscillationes: illud vero, quod proprie vocamus *Sonos*, seu sonantium corporum perceptiones, clamores, strepitus, tonos, harmonias, concentus, puras esse animæ affectiones, atque perceptiones a prædicto illo partium corporis tremore per aerem ad nos diffuso ortas omnino patet. Et hinc manifestum est, sonum intra animam rem esse toto cælo diversam a sono extra animam.

COROLLARIUM II.

396. Corpora sonora, & medium etiam illud per quod sonus transmittitur, aliquo elaterio ex partium rigiditate prædita esse debent, eoque magis, & perfectius sonant, & sonum transmittunt, quo perfectiorem habent elasticitatem. Ille enim particularum corpus sonorum componentium tremor, fremitus, subsultus, & oscillatio ab eo nascitur, quod ipsæmet particulæ seorsim, & violenter pulsæ comprimantur, & alias sibi vicinas, ut se se a compressione liberent, & restituantur, etiam comprimant, atque ab iis ob eamdem causam iterum alternatim comprimantur, eoque pacto undulationem quamdam reciprocam, & tremorem efficiant. Pulsetur v. g. chorda, ærea virga, aut arcus; virga A B (*Fig.* 32.) in arcum flectitur, ac proinde magis extenditur; partes D C superficiei curvæ comprimuntur, arctantur, & constringuntur, inæqualiter tamen: a majori enim curvatura D ad extremitates usque partium compressio decrescit: simili proportione superficiei convexæ partes distenduntur,

ampliantur, & diverso sensu coarctantur: virgæ igitur sibi libere permissæ partes convexæ magis tensæ, in convexas sibi vicinas minus tensas, & concavas sibi vicinas nimium compressas agunt, & ab iisdem repercutiuntur, atque primas quidem comprimere, secundas vero distendere nituntur: partes similiter magis compressæ DE, ut se se liberent, & distendant, vicinas minus compressas, & oppositas magis dilatatas comprimunt, & ab iisdem viciſſim comprimuntur, eoque pacto curvatura, & arcus in alium sensum mutatur AF, ut alibi explicavimus: Ab ea igitur partiali actione, & mutuo particularum nisu in seipsas, totales totius virgæ oscillationes, & partiales particularum subsultus, vibrationes, & tremor proveniunt, in quo sonum consistere docuimus. Medium etiam, per quod sonus transfertur, simili particularum motu, & reciprocis impulsionibus agitari necesse est. Hæc autem in corporibus tantum elasticis, & apta partium rigiditate præditis inveniuntur. Ut igitur corpora sint sonora; elasticitate etiam, & rigiditate aliqua debent esse prædita; nisi enim sint elastica, & rigida, illorum partes compressæ sese non restituunt: sine repentina autem, & crebra compressarum partium restitutione nullus esse potest earum tremor, ut ex terminis patet.

COROLLARIUM III.

397. Corpus igitur molle ad sonum edendum; aut transmittendum inutile prorsus est, vel illud sit fluidum, vel solidum; ejus enim partes si comprimantur, non resiliunt; neque aliæ in alias agunt. Partium tamen rigiditas tanta esse non debet, ut corpora flecti, & comprimi non, nisi dificillime, possint; potius enim frangeretur corpus, & partes a se invicem ruptis nexibus dissociarentur, quam aptam oscillationum viciſſitudinem, & tremorem conciperent. In metallis, eorumque mixtura, aut compositione res est manifesta: ex majori quippe elaterio, & aptiori partium rigiditate melius sonat argentum, quam aurum; chalybs, quam ferrum.

rum. Ex iisdem etiam capitibus nullum inter metalla ad sonum edendum invenitur aptius, quam metallum ex cupro, & stanno compositum, ex quo campana omnia fieri solent. Unde iterum patet, corpus perfecte durum, perfecte rigidum, aut ita compactum, ut ejus partes comprimi, & alternatim restitui non possint, nullum edere sonum posse.

COROLLARIUM IV.

398. Quoniam igitur sonus in partium corporis sonantis tremore consistit; eo intensior erit sonus, quo major, seu intensior fuerit tremor: augetur autem tremor triplici potissimum hoc de capite, majori scilicet partium subsultantium numero, seu densitate, majori elasticitate, atque vehementiori ictu: ex iisdem igitur caussis augetur etiam sonus, & soni intensitas, ceteris quidem paribus. Hinc vero plurima consequuntur ab iis caussis pendentia. Primo: Multo majorem edit sonum eadem campana malleo ferreo, quam ligneo percussa; vehementius quam debilius eodem pulsata malleo. Secundo: Magis sonat campana, quam quodlibet aliud corpus rarius æquali vi percussum. Tertio: Musicalium instrumentorum chordæ ex intestinis animalium, partibus scilicet vaide elasticis, fiunt: chordæ ipsæ intenduntur ad elasticitatem facilius, atque tremorem exerendum; Musica ipsa instrumenta ex ligno, quam fieri poterit, elastico construuntur, ut facilius ipsum chordarum sonos transmittat. Quarto: In aperto aere sonus calore minuitur, augetur in clauso: in priori siquidem casu augetur, in secundo autem minuitur aeris elasticitas. Quinto: Majores similiter erunt soni noctu, quam interdiu; hyeme, quam æstate; in compresso, quam in rarefacto aere; cælo sereno, & magis sudo, quam valde humido. Sexto: Contra vero corpora illa, quæ sonora contrectando illorum parvum tremorem hebetant, & sistunt, sonum destruunt, ut in allatis superius jam exemplis observavimus.

O 2 Re-

§

Ratio, qua sonus communicatur aeri, & per aerem diffunditur.

399. Jam diximus, corpus sonorum pulsatum, & sonum edens, alternatim & citissime comprimi, atque dilatari versus omnes partes ex indole corporis elastici; ejusque partes simili modo dilatari, comprimi, ire, & redire. Corpus igitur sonorum v. g. Campana, in medio aere pendulum, atque aere undequaque circumdatum, dum se se dilatat, circumpositum aerem resistentem, crassum, & elasticum circumquaque sphærice propellit a centro ad circumferentiam: prima veluti crusta sphærica aeris a centro versus circumferentiam, undarum instar propulsa, citissime movetur, & mota condensatur: cum ad eam densitatem fuerit compressa, ut aer ulteriori condensationi resistat; elasticitate sua iterum promptissime dilatatur, & expanditur: vim igitur suam crustæ immediate ampliori (quæ pariter velut unda acervatur, comprimitur, & condensatur), communicat, ipsaque versus centrum citissime restituitur, aliam undulationem acceptura, & successive in alias crustas transmissura. Hoc modo formantur in aere undæ aereæ sphæricæ concentricæ, aliæque aliis ampliores. In propagatione igitur soni sequentia Corollaria, leges, aut phænomena obtinent.

I.

400. Corpus igitur sonorum, v. g. campana, habendum est, tamquam omnium undarum centrum. Aliqualem rei ideam comparabis, si corpus sonans, centrum cæpæ, undulationes vero ejusdem cæpæ folliculos paulatim semper ampliores concentricos sphæricos, & aliquantulum crassos tibi esse fingas: Illæ tamen crustæ non sunt semper exacte sphæricæ, licet ab eodem comuni centro nascantur: sæpissime enim fit, ut sonus ob plurimas, quæ passim occur-

occurrunt, caufas, facilius, & longius verfus unam, quam verfus aliam partem diffundatur, & propagetur; multo enim melius loquentem è regione, quam a tergo audimus: eæ vero caufæ, feu impedimenta funt diverfus aeris ex diverfis partibus flatus, & apta ad fonum tranfmittendum elafticitas: directio loquentis; ventus fpirans; corpora interpofita &c.

II.

401. Sonus a fonoro corpore quaquaverfum fpargitur circulariter; fi medium aptum, ut diffundatur, inveniat, neque aliud impedimentum ejus propagationem, & progreffionem impediat. Hujufce propagationis, & ampliationis modum (præter jam dicta) intelliges, fi in medio lacus ftagnantem aquam baculi lapfu agites; a baculo quippe, feu immerfionis illius puncto, tamquam a centro, multiplices aqueos circulos ortos, & fefe ampliantes in aquæ fuperficie animadvertes; corpora enim elaftica, qualia funt omnia corpora fonora, puta cymbalum, quacumque ex parte ictum accipiant, verfus omnes partes elafticitatem fuam exerunt, comprimunt, comprimuntur, ofcillant, ut fuperius expofuimus, cum corporum elaterium explicavimus: aerem igitur circumpofitum verfus omnes partes alternis, & crebris vibrationibus premunt, & impellunt: Ex eadem etiam caufa circulares aeris maffæ, & fuperficies concentricæ vim fucceffive acceptam, & agitationes alternas in alias fuperficies immediatas fucceffive etiam transferunt, mutuifque percuffionibus acceptis, & datis, tamquam horologii pendulum, citiffime ofcillant.

III.

402. Ex variis impedimentis fit fæpiffime, ut circulares hujufmodi ofcillationes multipliciter, & inæqualiter interrumpantur, & diffringantur, ut in adducto aqueorum circulorum exemplo fieri paffim videmus, fi aliqua ex parte ripæ, parietes, lignum,

aut corpus quodcumque solidum circulorum dilatationem interrumpat, sistat, & repercutiat: nonnumquam enim aquei circuli\ repercutiuntur, & alio ob impedimentum diriguntur; rumpitur aliquando, & diffringitur periphæria; interim tamen circa impedimentum, si fieri possit, fracta superficies aquea sese accomodat, totum successive cingit, quoad in aversa obstaculi parte fracta iterum superficies in unum coit, ulterius dilatatur, & obstaculum intra se ipsam comprehendit. Postremum hoc facile observabimus, si intra stagnum arbor, aut columna existat, aquis undique circumdata; circa eam enim aqua refringitur, & veluti flectitur, & complicatur, ut illius superficiei sese accomodet.

403. In iisdem etiam aqueis circulis sequentia observamus: 1. Si concava sit impedimenti superficies, & in oscillationum centrum respiciat; aqueæ circulorum periphæriæ ad centrum repercussæ regrediuntur. 2. Aquei circuli eo magis debilitantur, quo magis a centro recedunt. 3. Si impedimentum sit ita dispositum, ut latera desinant in angulum; aqueæ periphæriæ in anguli lateribus repercussæ versus ejus apicem diriguntur, sibi occurrunt, & altius ibi aqua attollitur. 4. Si impedimenti superficies, aut latus sit ovale, v. g., neque centrum circulationum directe, sed oblique tantum ex parte concava respiciat; fit nonnumquam, ut aquea periphæria in unum obstaculi latus, centro vicinius, impacta, in oppositum per concavitatem ipsam directe regeratur. Hæc omnia aquearum undulationum, & oscillationum phænomena in aere etiam, subtiliori scilicet fluido, locum habent; hoc tamen discrimine, quod in aqua lente, & paulatim, in aere citissime, & vivide oscillationes procedunt. Ex his autem aquearum undulationum in allato, & obvio exemplo universa fere sonorum phænomena statim explicanda deducuntur.

404.

IV.

404. Sonus non in instanti, sed successive propagatur. Id ex allato exemplo, & exposita hactenus soni natura, seu aeris vibrationibus patet, tempus enim insumi necesse est, dum aliæ, & aliæ aeris superficies, seu crustæ comprimuntur, sese restituunt, alias comprimunt, undulatione agitantur, & alias agitant, ut oscillationes, & tremorem ulterius semper transmittant: Omnia quippe hæc per motum localem fiunt, ad quem temporis successio necessario requiritur. Hinc autem fit, ut qui inæqualiter a corpore sonoro distant, eumdem sonum diversis omnino temporibus audiant, prius quidem proximiores, postea vero magis remoti secundum distantiarum rationem.

405. Ex eodem principio sponte deducitur, audiri sæpissime sonum, cum jam corpus sonorum obmutuit, nullum sonum edit, nullumque jam audiunt, qui sonoro corpori viciniores existunt. Partes quippe sonori corporis, aut aeris, per quem sonus transmittitur, agitationem, tremorem, & oscillationem in sequentem aerem juxta leges motus transferunt, iisque translatis quiescunt: translatis autem oscillationibus, & partibus sonori corporis, aut circumambientis aeris quiescentibus, nullus ibi erit sonus, sed eo loci audietur, ad quem oscillationes per translationem appulerint. Id etiam aquæ exemplo manifestum est.

V.

406. Sonus per aerem potissimum, sed crassum densum, aut compressum propagatur: aqua vero, cæteraque corpora non elastica, tam fluida, quam solida, tam mollia, quam dura transmittendo sono sunt inepta. Tam quippe ad sonum edendum, quam ad transmittendum, requiritur elaterium, & partium rigiditas. Et inde est, quod corpora mollia, v. g. lana, aqua, terra, & alia similia sonum hebetant, aut penitus extinguunt: idem est de aura ætherea,

ut experimento superius allato, & aliis multis demonstratur. Hinc est, quod aures gossipio occludamus, ut nobis a sonorum aliquorum incomodis caveamus. Ex eadem causa, quo densior fuerit aer, & majus illius elaterium, facilius, & intensius sonum edet, aut transmittet, quam si rarior, & ob vaporum copiam, minus elasticus, ut jam diximus. Unde 1 idemmet sonus facilius, atque vehementius auditur, & transmittitur ad montium radices, quam in eorum summitatibus: sereno, & limpido cælo, quam pluvio, & nebuloso; in primis enim locis, & temporibus aer est magis compressus, & elasticus, quam in secundis. 2° In machina pneumatica idemmet campanæ pulsus, quo magis comprimitur, & addensatur aer, magis intenditur: quo vero magis extrahitur, & rarescit, magis etiam debilitatur. Ex dictis hactenus omnia soni phænomena, & effectus deducuntur: ea autem ad ejus propagationem, reflexionem, augmentum, & consonantias præcipue spectant. Pauca e multis exponemus.

407 Duo etiam hic prætermittenda non sunt, quæ ad soni propagationem, & comunicationem spectant, atque observatu facillima, & digna sunt. Primum: Si prope tenuem fumum è materia non satis accensa sursum erumpentem, & adscendentem, prope modicam flammam, atomos in radio solari natantes, & visibiles, aut etiam prope aquæ v. g. vel aliorum liquorum superficies instrumentum pulses, aut concentus edantur; fumum, flammam, atomos, aquarum superficiem undulari, vibrari, saltitare, eosque tremores edere, quos instrumentorum chordæ producunt, non sine jucunditate observabis.

408. Secundum. Si aures gossipio v. g. aut alia quacumque materia rite obtures, ut externos sonos non amplius percipias, postea vero chordæ extremum dentibus mordeas aut stringas, eamque interim pulses; chordæ sonum recte audies, atque percipies.

SO-

SONI PROPRIETATES.

I.

409. Sonus per lineas ſemper rectas diffunditur, & propagatur, quamdiu obſtaculum non offendit, a quo ad viam curvam repercutiatur. Neque id opponitur circulari diffuſioni verſus omnes partes, ut in allato exemplo perſpicuum eſt. Etenim ex prima regula motus oſcillatio eam ſemper directionem tenebit, quam primo tenuit, quamdiu externa aliqua cauſa eam alio non inflectat, atque dirigat.

II.

410. Quantumvis ſonus in orbem propagetur, & diffundatur, longe tamen vehementior eſt, & fortior verſus eam partem, quam ſonorum corpus reſpicit, & in quam recta tendit ſonus, nullumque impedimentum offendit, ſi cætera ſint paria. Innumeris paſſim experimentis hujuſce rei veritatem edocemur. Longius, clarius, & vehementius ſonat vox concionatoris, aut ſclopeti ſonitus, ſi primam e regione ſuggeſtus, alium vero ſecundum ſclopeti directionem audias. Id ipſum experimur, cum ab una via, quæ turrim, & pulſatam in ea campanam non reſpicit, flexo angulo, ad aliam quæ ad turrim, & campanam recta dirigat, tranſiamus. Validiores enim ſunt vibrationes, & impulſiones rectæ, quam obliquæ, & mobile vires ſuas verſus eam partem potiſſimum exerit, ad quam dirigitur.

III.

411. Intenſitas Soni a ſonoro corpore recedendo ſenſim minuitur, & magis ſemper, & magis debilitatur in eadem ratione, qua augetur ſpatii amplitudo, & extenſio. Id in aqueo circulo apertum eſt; oſcillatorii enim motus quantitas eo debilior eſt, quo per majorem materiæ maſſam diſtribuitur juxta motus regulas alibi demonſtratas; dum igitur circuli

culi sensim amplientur; oscillationes decrescere necesse est. Quod si sonus ita propagetur, & diffundatur, ut spatium, per quod diffunditur, non amplietur, sed vel idem omnino maneat, vel etiam decrescat; phænomena longe diversa observabuntur: In alio enim casu idem semper erit sonus, in altero vero augebitur, ut inferius explicabitur, cum de *tuba stentoria* sermo sit.

IV.

412. Idemmet sonus ab eodem corpore, eademque intensione editus ad inæquales distantias pervenit, & auditur, si per media etiam diversa quoad elaterium, rigiditatem, & densitatem diffundatur; alia enim media sonum extinguunt, alia facilius, difficilius alia transmittunt. Inde est, quod sonus difficillime, & nonnisi remisse per corpora solida ad exiguam distantiam audiatur. Hæc tamen qualiscumque transmissio soni per corpora solida particulis aeris intra ipsorum corporum sinus, & poros latentis probabiliter referenda est, simili etiam de causa sonus intra aquam, ad parvam tamen profunditatem auditur. Urinator ad decem orgias demersus tormentum bellicum supra ipsum explosum non audivit, teste *Gassendo*; audiret tamen, si ad unam tantum, vel alteram orgiam demergeretur. Fuisse in Imperatorum stagno pisces, qui, suo quique nomine, vocati sursum emergerent, & ordine ad vocantem accederent, author est *Plinius*, penes quem sit fides. (*a*)

V.

413. Sonus facilius, & longius versus eam partem propagatur, quo spirat ventus; & a vento spirante contra impeditur, plurimumque retardatur, atque debilitatur: cum enim ventus secum ferat aerem, immo in aeris translationibus consistat; aeris oscillationes a regione venti maxime removen-

(a) *l.* 10. *cap.* 70.

ventur, & in adversam plagam deferuntur. Quo major igitur fuerit ventus, eo magis in partem alteram juvabitur, ab alia retardabitur: *Gassendus* tamen, atque Academici Florentini contrarium omnino statuere; ventum scilicet neque juvare, neque impedire soni propagationem: verum observationes a *Derhamo*, & ab aliis diligentissime institutæ dubium omne è medio tollunt. Rem oculis animadvertimus, si circulos aqueos in fluente aqua excitemus.

414. Sonus tamen sonum contrarium non impedit: eadem quippe massa aeris a diversis partibus impulsa, agitata, & modificata, singulis motibus sese accomodans modificationes omnes transmittit, ut alibi exposuimus, cum de motu disputavimus: hac de causa radii luminosi contrarii sese non impediunt. Id ipsum in aqueis circulis observamus. Pluribus enim lapillis in diversa aquæ puncta simul incidentibus, circuli è singulis centris nati, dum ampliantur, sese mutuo secant, & in diversa tendunt, quin perturbentur. Sonum utique noctu, omnibus silentibus melius, quam interdiu sentimus, & audimus; id tamen non ex mutuo sonorum impedimento, & contrarietate provenit, sed ex eo, quod mentem pluribus interdiu distrahimus, quam noctu.

V I.

CIRCA SONI VELOCITATEM.

415. Multiplici experimento soni velocitas comperta est. Juxta *Newtoni*, *Flamstedii*, & *Hallei* observationes conficit sonus 1070. pedes Parisinos singulis minutis secundis præter propter, seu pedes Londinenses 1142. (a) *Mersenus* tamen ex observationibus a se factis posuerat, sonum singulis minutis secundis conficere pedes Parisienses 1200. (b) Accuratius,

(a) *Princip. l. 2. prop. 50.*
(b) *Prolus. l. 9. prop. 4.*

ratius, credo, rem explorarunt Academici Florentini, quorum tentaminibus compertum est, sonum minuto secundo pedes Parisienses 1160. percurrere (a), ac proinde singulis 4. minutis secundis milliare fere conficere: integrum enim milliare quinque pedum Parisinorum millibus constans inter quatuor minuta secunda, & 19. tertia percurret. Hanc Florentinorum observationem, & positionem experimentis conformem deprehendit *Derham* (b), & multi communiter aliis præferunt. Observationibus etiam exploratum habemus, sonum intensum, aut remissum, fortem, aut debilem in principio, aut in fine diffusionis, prope corpus sonorum, aut in quacumque ab illo distantia eandem habere velocitatem. Comperta autem soni velocitate, nullo negotio sonori corporis distantiam calculo dignoscemus; si tempus, seu minuta secunda ab edito sono usque dum ad nos perveniat interfluxa numeremus, & singulis minutis secundis 1160. pedes tribuamus. Eo pacto fulguris, seu procellosæ nubis distantiam facile comperimus; tempus enim inter visum fulgur, & auditum sonum ope horologii numeratum, v. g. 9. minuta secunda, per 1160. multiplica; productum 10440 pedes, seu duo milliaria, & 440. pedes sunt nubis ab observatore distantia. Cum arteriæ hominis sani pulsationes minutis secundis fere sint æquales; earum ope numerari tempus potest. Sonus ultra ducenta millia passuum a sonoro numerata non diffunditur:

416. At, inquis, qui fieri potest, ut soni vehementis, aut debilis, prope sonorum corpus, aut in quacumque ab illo distantia eadem semper sit celeritas; cum in primis circumstantiis majores proculdubio, & vehementiores sint oscillationes? Respondeo. Ejusdem penduli oscillationes, quamtumvis majores, aut minores sint, eodem tempore absolvi, ut in Statica Physica demonstravimus: cum oscillationes in itu, & reditu consistant; major quidem,

(a) *Saggi di naturali sperienze exp. 3. intorno al suono.*
(b) *Transact. Phil. n. 312.*

dem, & intensior fit motus, non tamen celerior illius diffusio ob earum magnitudinem; Uno verbo aeris partes, quæ per majus spatium, aut arcum a sonoro corpore recedendo, & sonum promovendo, oscillant, per majus etiam spatium, & arcum versus sonorum corpus, sonum veluti retrahendo, redeunt.

417. Secunda difficultas, quæ est in præsenti argumento celebris, atque penitiorem soni proprietatem, & naturam tangit, ad præcipuum hoc caput potissimum reducitur: Soni majores, & vehementiores multo majores habent vires, longeque vehementius aures feriunt, quam si parvi, aut debiliores existant: idemque etiam sonus a corpore sonoro, hoc est, a suomet principio, causa, & centro ad ultimum usque terminum, ubi penitus evanescit, sensim debilitatur, atque languescit: si ergo omnes soni sunt aeris tremores, atque oscillationes, hoc est, aeris motus; majori sane velocitate aerem moveri opus est, dum magno, quam dum parvo, excitatur, atque transmittit sonum: ut enim ex Dynamica, & virium motricium theoria constat, ut eadem materia, hoc est, aer vehementiori ictu aures nostras percellat, majori velocitate in aures deferri necesse est: ex ipsa igitur natura impacti ictus, atque virium theoria constare videtur, velocius vehementem, quam debilem sonum propagari debere. Resp. Ut clarius & difficultatem & responsionem exponam, rem altius repetamus. Vel ictus in obstaculum impressus, a corpore per motum localem translativum delato provenit, vel potius a materia tremente, & oscillante, atque oscillationes, tremoremque suum successive in aliam materiam transmittente: primum in obviis corporum impactionibus passim visitur: secundum vero in corporibus compressis, & partes suas expandentibus, quin corpora ipsa locum mutent, observamus: In primo casu impossibile est, augeri ictum & vires ejusdem corporis, quin illius etiam velocitas augeatur: sunt enim massa, & velocitas duo virium Elementa: viribus ergo augentibus, aliquod

fal-

saltem ex eorum elementis augeri necessarium est: si ergo eadem manet invariata corporis massa, a majori illius velocitate virium incrementa repetere oportet. In secundo casu non transfertur de loco ad locum materia, sed per materiam non translatam transfertur oscillatio, & tremor: oscillatio autem & tremor duo necessario includunt, itum scilicet, & reditum: itus, reditusque major majores, itus reditusque minor minores oscillationes efficiunt: hujusmodi autem itus, & reditus, si inaequales sint, eadem velocitate tranimittuntur, inaequales tamen ictus imprimunt. Rem in exemplo sonis prorsus analogo exponam; sint duae aequales series aequalium & se se tangentium globulorum elasticorum in lineis rectis ex hoc loco usque ad oppositum murum jacentium: directionibus centralibus primos utriusque seriei globos viribus valde inaequalibus feriamus: prima scilicet series ictu ut duo, secunda, ut 6 percutiatur: primus utriusque seriei globus ex oppositis in percussionis centralis directione punctis comprimitur, & complanatur: quoniam tamen sunt aequaliter elastici, eodem tempore sese restituunt, atque sese restituendo similem in compressione restitutionem, seu oscillationem, & tremorem secundis, secundi tertiis usque ad ultimos communicant: ictus in oppositum murum & eodem tempore appellunt, & erit unus alterius triplus: hoc secundum est evidens: quia si globi sint perfecte elastici: tantum reddent, quantum accipiunt: ergo vires in primos impactae, ad ultimos, imo & ad murum invariatae perveniunt; Si vero imperfectam habeant elasticitatem, cum tamen haec sit in omnibus similis; proportionaliter debilitantur oscillationes in utraque serie aequali: ergo in eadem ratione deveniunt ad murum, atque fuerunt in primos globos impactae.

418. Primum autem etiam est evidens ex theoria elasticorum: compressio, & restitutio globorum est oscillatio: at idem pendulum eodem tempore inaequales oscillationes absolvit: eadem chorda aequi diuturnas efficit oscillationes inaequales; iidem, aut similes globi elastici eodem tempore inaequaliter oscil-

scillant, hoc est, majores compressiones, & restitutiones in sese efficiunt: ergo æqualiter singuli utriusque seriei globi sibi respondentes oscillarent & oscillationes in alios transmitterent: ergo oscillationes, hoc est, vires inæquales eodem tempore a primis utriusque seriei globi usque ad ultimos, & murum pervenirent. Hic vero est casus sonorum: series globulorum similium, & elasticorum sunt partes aeris inter loquentem, & audientem disposita: impactiones in primos globos sunt loquentium voces: muri sunt audientium aures: ex modo igitur motus oscillatorii, atque insimul ex corporum elasticorum motu atque proprietatibus ad evidentiam usque deduco, & confirmo, sonos omnes, aut vehementes sint, aut debiles, aut in principio, aut in suæ diffusionis termino considerentur, æquali semper velocitate deferri. Id vero minus erit mirandum, si duo animadvertemus: primum, sonum, seu tremorem aeris itum semper, & reditum includere, majoremque itum per majorem reditum compensari: secundo majorem ictum in aure non ex aliqua massa aeris motu translativo delata, sed ex majori ejusdem aeris magis compressi restitutione provenire.

VII.

MAGNITUDO SONI.

419. Diximus jam superius, sonorum corpus esse oscillationum, seu soni ipsius centrum, a quo sphærice versus omnes partes dilatatur: hinc vero sequitur, sonum in prædicto centro, seu sonoro corpore esse intensissimum, eoque magis debilitari, quo magis ab hoc centro receditur: in corpore enim sonoro, seu centro est determinata motus oscillatorii, seu tremoris quantitas in exigua materia, spatioque existens; dum successive a centro circumquaque diffunditur, seu spargitur sonus; eademmet invariata motus oscillatorii quantitas, quæ prius erat in centro, majori semper, & majori materiæ quantitati successive communicatur, per eamque

que distribuitur: crescente autem materia, per quam eadem invariata motus quantitas distribuitur, minor erit in singulis partibus, debiliorque motus, ut ex se patet.

420. Hinc vero manifeste deducuntur sequentia: Primum: Sonum circumquaque sphærice se diffundentem per aerem liberum, decrescere in ipso aere in ratione inversa duplicata distantiarum a sonoro corpore. Hæc enim est ratio, qua crustæ, seu superficies sphæricæ aeris concentricæ augentur: ea igitur ratione decrescit sonus, seu intensitas vis illis superficiebus successive communicatæ.

421. Secundum; Si ergo spatium, per quod diffunditur sonus, seu materia, cui communicatur, non ampliaretur, sed sonus propagaretur per lineas parallelas, atque solummodo materiæ elasticæ inter illas parallelas existenti communicaretur; tum vero non debilitaretur sonus; neque enim spatium, neque materia augeretur: Sed de hoc inferius

422. Intensitas soni dicitur etiam *magnitudo* soni: alii enim sunt magni, fortes, vehementes, intensi; alii vero parvi, debiles, ac remissi. Quid tamen physice est, alium sonum esse magnum, ac fortem, alium vero parvum, & remissum? Jam supra indicavimus, intensitatem, hoc est, magnitudinem soni (cum ille sit tremor, seu peculiaris motus materiæ elasticæ), vel in corpore sonoro, vel in medio consideretur, ex duplici capite augeri, vel minui, intendi, vel remitti, a densitate scilicet materiæ, & a majori motu, stante semper eadem elasticitate (alias enim crescente etiam elasticitate augetur etiam sonus): Sonus igitur augetur, vel quia plus materiæ tremit, vel quia eadem materia magis, hoc est, majoribus oscillationibus tremit; vel utroque de capite: Sonum ergo esse physice magnum, augeri, intendi, est, trementis materiæ oscillationes esse magnas, augeri, majores, & majores fieri, vel multum materiæ oscillare: Sonus vero editur parvus, debilis, remissus; quia vibrationes sunt exiguæ, vel exigua materia oscillat, vel utroque etiam de capite,

Hæc

Hæc omnia in sono directe emmisso, & circumquaque a sonoro corpore diffuso locum habent: Sonus tamen non solum directe spargitur, sed etiam reflectit: in sono autem reflectente præter ea, quæ modo diximus, alia etiam accretio, & diminutio observatur.

423. Relationes igitur sonorum inter se sunt *magnitudo* aut *parvitas*; *gravitas*, aut *acuties*; *diuturnitas*, aut *brevitas*: & secundum generales hasce relationes dividitur sonus in *magnum*, & *parvum*; in *gravem*, & *acutum*; in *longum*, & *brevem*: hæc tamen omnia sunt relativa, cum unus sonus ad alium relatus, sit gravis; si cum altero compararetur, sit acutus. Prima divisio, & relatio soni, nimirum, *esse magnum*, *aut parvum* respicit spatium, seu materiam majorem vel minorem ad singulas oscillationes concitatam: Secunda respicit tempus, in quo singulæ oscillationes peraguntur: tertia respicit etiam tempus, non id tamen, quo vibrationes singulæ absolvuntur, sed id, quo sonus absolute durat. Ex hinc patet, unum eumdemque sonum posse esse & magnum, & acutum, & longum, hoc est, omnes supradictas relationes habere, & ad singulas divisiones spectare, ut ex se patet. Quin immo, cum hæc omnia sint relativa, idemmet sonus magnus, & parvus, gravis, & acutus dici potest, si ad diversos alios sonos referatur.

Magnitudo soni cum intensitate communiter confunditur, utraque enim ex materia quæ oscillat, & spatio, quod oscillatione percurritur, communiter desumitur.

§.

Soni accretio, & repercussio, ubi Echo explicatur.

VIII.

424. Cum sonus sit corpus, seu in motu corporis consistat; juxta leges suo loco traditas ab obstaculis, directam illius propagationem impedientibus, reflecti necesse est; hoc est, sonus ita resiliet ab

obstaculis, ut angulum reflexionis efficiat angulo incidentiæ æqualem: ex his autem sequentia deducuntur, quæ experientia demonstrat. Sit camera quæcumque ECA (*Fig.* 27.), cujus parietes in ellypsim sint conformati, & unica superficie polita terminentur: duo homines diametraliter oppositi in punctis EA existant, quorum prior conversus ad murum, & Ore ad parietem prope applicato loquatur; alter vero aurem similiter ad parietem applicet: quæcumque loquatur prior, licet secreto, & submissa voce proferantur, audiet secundus, & vicissim; dum interim, qui in eadem camera hac illac dispersi existunt, nihil omnino audiunt, aut percipiunt. Vibrationes scilicet, seu radii sonori AB, AC a loquente in murum ellypticum impacti, & juxta reflexionis legem reflexi ad punctum E diametraliter oppositum regeruntur, ibique coeunt: licet igitur submissè loquatur A, neque oscillationes seorsim sumptæ clarum, aut perceptibilem efficiant sonum; proptereaque vox nulla audiatur in aliis cameræ locis, ubi radii diffundantur dispersi; in puncto tamen concursus clarum efficiunt sonum. E longinquo igitur per medios homines nihil prorsus percipientes secreta communicare loquendo possumus.

IX.

425. Duo etiam homines a se invicem intra eandem cameram, quantumvis longam remoti, & alius ab alio aversus secreto confabulari mutuo possunt; immo & clare percipere quæcumque alii in eadem camera existentes inter se confabulantur: Primum autem fiet, si duo oppositi cameræ parietes AB, CD (*Fig.* 28.) sint parabolici, & duo homines se se invicem alloquentes in parabolarum focis existant; ad suam quisque parabolam conversus. Id ex natura parabolæ & ex lege reflexionum oritur. Homo scilicet F versus in parabolam CD corporis sui mole directam vocis diffusionem ad partem posticam impedit: Radii vero sonori FC, FG, FH, FD, ab ejus ore in parabolam incidentes, & ab ea, ad

aliam

aliam parabolam parallele ad axim reflectentes, a secunda item parabola reflexi in illius focum diriguntur, coeunt, & clarum sonum efficiunt. Ex eadem ratione, qui in focis existunt, voces eorum, qui in media camera secreto loquuntur, percipiunt, non autem vice versa.

426. Si solum sit nive coopertum, minus aptum erit ad sonum reflectendum, quam si sit lapidibus, aut alia reflectente materia instratum, aut nudum etiam existat: nivei enim flocci, cum sint ex innumeris filamentis conflati, superficiem, imo & totam massam componunt maxime sinuosam, & minime elasticam: unde est, quod aereæ undæ, & vibrationes in hujusmodi superficiem, & corpus impingentes abtundantur, & parum resiliant. Hinc etiam est, quod dum ningit, immo etiam dum pluit, cæteris quidem paribus, minus propagetur sonus, quam dum sudum est cælum, aerque ab niveis floccis, aqueisque guttis liber existit. Præter enim jam dicta plurimum aeris intra floccos & aqueas guttas irretitur, & non parum, dum se non explicat, de sua elasticitate amittit. Ad eamdem etiam causam, atque mechanismum referendum est vulgare illud phænomenon, omnibus fere notum, quod scilicet eo magis intra templum, aut domum quamcumque aliam debilitetur sonus, & concionantis vox hebescat, quo major illuc fuerit auditorum numerus, aut muri ipsi, tectum, & pavimentum peristromatis fuerint ornata, & cooperta.

§. X.
ECHO.

427. Ex iisdem reflexionum legibus proveniunt mirabiles illæ reflexæ voces, quas *Echo* nominamus, celeberrimam Poetarum mendaciis materiam. *Echo* nihil est aliud, quam voces reflexæ, seu aeris oscillationes reflexæ, & aurem perinde, atque si directæ essent, afficientes, cum auris a sono directo jam non modificetur. Alia est *Echo* monosyllaba, alia dissyllaba, trisyllaba, quadrisyllaba ecc. Aliquæ sunt,

quæ ad ſeptemdecim, 20, & plures ſyllabas diſtincte pronuntiant, aut potius reflectunt. Rurſus alia *Echo* eſt *monophona*, quæ eaſdem ſyllabas aut voces ſemel tantum pronuntiat; alia *polyphona*, quæ pluries eandem vocem reddit. Celeberrima eſt *Echo* prope Mediolanum in Villa Simonetta, quæ vocem quater, & vigeſies, immo, & trigeſies aliquando reddit. Alia in Galliis prope *Ormeſſon* vocem eandem interdiu quatuordecim vicibus, noctu vero ſeptendecim remittit. Similiter alia fertur eſſe in Anglia prope *Vooſtock* intra roborarium quæ vocem noctu vigeſies, interdiu decies, & ſepties reddit (a). Eorum omnium ratio ex reflexionum legibus, ex varia obſtaculi figura, & diſtantia, & ex medii inſuper ipſius aeris ſtatu petenda eſt.

428. Formabitur igitur *Echo*, ſi vox in obſtaculum mediocriter diſtans, durum, ſolidum, concavum incidat; cujuſmodi ſunt plurimæ cavernæ, rupes, templorum, & magnarum ædium anguli; valles profundæ, ſylvæ etiam denſæ, & alia ſimilia: omnes has conditiones in ſingulis & omnibus Echo reperiri, ad omnes eſſe neceſſarias, ratio, & experientia demonſtrat.

429. Primo debet obſtaculum eſſe concavum, & concavitate ſua loquentem reſpicere; ut oſcillationes, & ſonoros radios reflectendo congreget, & apte collectos ad vocem efformandam regerat; in convexa enim ſuperficie diſpergerentur, in plana debilitarentur, & formandæ voci inutiles redirent, ut ex luminis ab hujuſmodi figuris reflexione ſatis perſpicuum eſt; neque enim ſpeculum planum, aut convexum ſolares radios in illud incidentes congregat, aut ignem producit; Sed hujuſmodi effectus a ſpeculis ſolumodo ſeu obſtaculis concavis, ſolem concavitate ſua reſpicientibus producitur: ſimili autem modo reflectuntur radii luminoſi ad efficiendum ignem, atque radii ſonori ad reddendam, & formandam vocem.

430. Secundo, niſi obſtaculum ſit denſum, ſolidum, elaſticum, aut durum, radios apte reflectere non

(a) *Journal des ſçavans. Aout 1677.*

non poteſt; eas enim conditiones in omnibus corporibus reflectentibus intervenire, atque neceſſarias eſſe, ſuo loco demonſtravimus.

Tertio; Certa requiritur diſtantia, ut interea ſonus directus evaneſcat, dum reflexus ab obſtaculo ad aures pervenit: Si enim vibrationes infimul jungerentur in aure; nullæ diſtinctæ voces perciperentur. Hiſce poſitis, adducta phænomena facile explicantur.

431. Primo. Si una tantum ſit cavitas totalis, aut plures concavitates, anguli, & rupes, ex quibus voces reſonant, in eadem ſint diſtantia a loquente, & unam velut integram concavitatem efficiant; unica ſolumodo erit *Echo*, ſeu *Monophona* erit *Echo*; cum enim omnes partes reflectentes in eadem ſint diſtantia; ſonus a ſingulis partibus inſimul reflectitur, & eodem etiam tempore ad aurem pervenit. Vibrationes igitur ad eundem ſonum ſpectantes, ſemel tantum aures afficiunt.

432. Secundo. Quod ſi ita diſpoſita ſint ædificia, rupes, valles, anguli, aut ſylvæ, ut partes aliæ aliis notabiliter magis diſtent a loquente, ſingulæque vocem, ſeu vibrationes regerant verſus hominem loquentem; neceſſario una, eademque vox pluries repetita per reflexionem audietur; totieſque diſtinctam percipiemus, quot ſunt partes concavitatis ab inæquali diſtantia vocem reflectentes: Aliam enim poſt aliam reflexionem ob variam diſtantiam ad aurem pervenire neceſſe eſt.

Eadem ſcilicet ſyllaba, aut vox prolata, & directe emiſſa a loquente, ſucceſſive incidit, in primam, ſecundam, tertiam concavitatem; in ſingulas autem incidens a ſingulis regeritur: prius igitur incidit, & redditur a prima, poſtea a ſecunda, deinde a tertia.

433. Formabitur etiam ſæpe Echo polyphona ad eum modum, quo ejuſdem objecti A (*Fig.* 29) plures ſunt, & videntur imagines in eodem ſpeculo B ante faciem poſito: Si enim non duo tibi ſpecula opponas, ſed in illud B, in quo te reſpicis, aliud convertas F, duas tui imagines in uno eodemque ſpeculo videbis, ad diverſas tamen diſtantias: pri-

ma C vicinior, & distinctior formatur a speculo tibi directe opposito per unicam reflexionem: secunda D remotior, & minus distincta per triplicem reflexionem formabitur, & hinc multo confusior depingetur: Speculum enim B reflectit radios ad F, F iterum ad B; B tertio ad A. Quod si aliud speculum G in distantia B existat, & radios reflectat ad speculum E, E vero iterum ad G, vel B, unde iterum reflectantur ad A; tertia etiam apparebit imago; & sic deinceps; est enim in Catoptrica notissimum, multiplici ratione, & speculorum combinatione in uno eodemque speculo multiplicari posse unius, ejusdemque objecti imaginem: maxima autem est analogia inter lucem, & sonum; inter specula, seu obstacula lucis, & Echo, seu obstacula soni; inter lucem reflexam, & sonum item reflexum, ut in loco clarius exponetur: prædicta igitur ratione fiunt Echo *polyphonæ*. Haberi enim illæ debent, tamquam specula polyphona soni, multiplicem ejusdem vocis imaginem reddentia. Hinc vero est, quod priores semper voces ab Echo polyphona redditæ posterioribus, veluti magis remotioribus, & dilutioribus imaginibus, sint vividiores, & clariores.

434. Tertio. Cum interea dum sonus directus ab ore emissus ad aurem pervenit reflexus, tempus interfluat; si rupes sit ita proxima, ut sonus eundo, & redeundo tempus unius syllabæ proferendæ solum insumat, erit Echo *monosyllaba*: tot vero syllabas reddet, quot hujusmodi tempora sonus in directione, & regressu insumat: Eæ vero syllabæ ab ultima directe pronunciata numerantur: *monosyllaba Echo* reddit ultimam, dissyllaba ultimam, & penultimam, & ita deinceps: ea enim tantum syllaba distincte redditur, & percipitur, quæ ad aures pervenit, cum sonus directus in iis jam fuerit extinctus. Pronuntiet v. g. locutor vocem trium syllabarum, sonusque unius tantum syllabæ proferendæ tempus eundo, & redeundo insumat: *Echo* omnes tres syllabas reddit; cum tamen illæ successive proferantur, & revertantur; priores duæ syllabæ ad aurem reflexæ appellunt, dum duæ postremæ dire-

cte

ſte emittuntur, & percipiuntur: tertia autem ad aurem regreditur, extincto jam trium ſyllabarum ſono directo. Quo igitur magis diſtabit Echo, eo plures ſyllabas reddet.

435. *Sturmius* multiplici experimento comperit, centum ſaltem pedum diſtantiam ad Monoſyllabam Echo eſſe neceſſariam; ducentos ad diſſyllabam & ita deinceps.

Plurium ſyllabarum ab eadem Echo noctu, quam interdiu clara perceptio ex minori animæ & aurium diſtractione, majori applicatione, & aere etiam minus noctu, quam interdiu perturbato, magis vero elaſtico provenit.

Generatim etiam in omnibus ſonis obſervatur, quod eadem velocitate deferatur ſonus directus, atque reflexus: quare vel ſonus ſit acutus, vel gravis, directus, vel reflexus, eandem omnes habent velocitatem.

§.

SONORUM ACCRETIO, ET EXTINCTIO.

X I.

436. Ex iiſdem reflexionum legibus ſoni accretio provenit, & eodem fere modo in ſono, atque in lumine, calore, & aliis corporibus res iſta peragitur; Sonus maxime augetur, & longiſſime per *tubam vocalem*, ſeu *ſtentoriam* propagatur. *Tubam vocalem* figura exhibet; eſtque tubus oblongus, & circularis ab uno ad alium extremum ſenſim dilatatus; (*Fig.* 30.) in anguſtiori extremo eam ſolum habet capacitatem, quæ os, & labia loquentis admittat: primus illius inventor fuit P. *Athanaſius Kircher*; eam perfecit *Morlandus*, maxime tamen *Montanarius*. Tubæ breviores, per quas ad parvas tantum diſtantias audiri, & percipi poſſumus, parabolicæ eſſe ſolent, ut radii in interiori parabolici canalis ſuperficie reflexi remittantur omnes ad axem paralleli. Tubæ tamen majores debent eſſe Ellyptico-Parabolicæ: ita ut prima illus pars A D DE ſit Ellypſis, quæ in ſecundam E F, F B parabolicam deſinat. In A, anguſtiori ſcilicet extre-

mo, cui loquentis os applicatur, est primus Ellypsis focus, alius vero in E, ubi etiam est focus parabolæ: unde radii omnes A C, A D in latera tubæ impingentes, ad focum E remittuntur, atque in puncto congregantur: ab E ulterius producti in latera parabolæ incurrentes per E F, E F ab iis reflectuntur paralleli ad axem A B: spatio igitur, per quod radii diffunduntur, non ampliato, etiam ipsi non debilitantur, sed per longam saltem distantiam satis intensi conservantur, & producuntur.

437. Ejusmodi, aut simile aliud instrumentum antiquis fuisse notum constat; fertur enim *Alexandrum*, tubæ vocalis ope universum exercitum dispersum convocasse, & ita clare alloquutum, ut omnia singuli, quasi præsentes essent, intelligerent.

Sonorum etiam reflexionibus referendum est, quod fortior evadit, & magis intenditur vox intra domum, quam in campis; in cavernis, & vallibus, quam supra montes: in camera tapetibus non vestita, quam in cubiculo peristromate, & aulæis ornato; in templo hominibus vacuo, quam frequenti populo repleto; in primis siquidem casibus reflectitur sonus, & directi intensionem auget; in secundis vero vel per aerem apertum dispergitur, vel in superficiebus extinguitur, & directi intensitatem non auget.

XII.

438. Auris est species quædam tubæ vocalis, & *stentoriæ* a natura animalibus concessa, ut ejus ope objecta externa facilius perciperemus. Auris expansione recepti ad tortuosum canalem diriguntur, & multiplici reflexione adunantur soni, & intenduntur, tympanum pulsant, medioque labyrintho ejusmodi pulsationes ad nervum auditorium perveniunt, eoque ad cerebrum, animæ sedem, perducuntur. Unde qui expansiores, & latiores habent aures, cæteris paribus, melius audiunt. Nonumquam obturatis auribus, oreque aperto sonos percipimus: quin etiam surdus extremitatem colli pulsatæ lyræ dentibus fortiter stringens, chordarum sonos audit, & discer-

discernit: vibrationes scilicet mediis maxillis ad aquæductum transmissæ, per illum auditivo nervo, & animæ tandem communicantur.

439. Quare sicut myopum, & præsbitarum, seu oculorum defectum adhibitis conspicillis emendamus: ita etiam surdastros arte juvare possumus, ut melius, & distincte audiant: suaque etiam conspicilla soni habent aures: Hujusmodi autem auricularia conspicilla meatui auditorio apponenda, seu adjungenda, sunt exiguæ tubæ A B C (*Fig.* 31.), quæ ab amplo ore loquentem respiciente sensim coarctantur, & in angustum canalem, & extremum C meatui auditorio immittendum desinunt. Sonus seu tremor per amplum tubæ os A B admissus, & per continuas reflexiones in minus spatium redactus, fit efficax, intensus, & ad tympanum, labyrinthum, auditoriumque nervum pulsandum sufficiens: cum antea non, nisi debiliter, istud ageret.

440. Quoniam de accretione soni a natura, atque etiam ab arte obtenta agimus, insimulque expendimus, quo pacto humanæ auris figura accretioni sonorum natura provideat; liceat etiam hoc loco famosum illum subterraneum carcerem ad vocem augendam ex industria Syracusis a *Dionysio* tyranno constructum, *Auriculam* a figura, *Dionysianam* ab authore, *Syracusanam* a loco nuncupatam, Patris *Kircheri* testis oculati verbis commemorare. = Eo artificio architectata est, ut è regione ostii quisquam consistens, quidquid locutus fuerit, perfecto, & multiplicato sonitu reddatur.. fuit autem a tyranno in forma auris, ad naturæ exemplar singulari ingenio, & industria constructa (*ut scilicet captivi ne spirare quidem possent, quin è custode carceris audirentur*) Excisa est ex vivo saxo, quæ cochleato ductu in angustum canalem desinens, cubiculo custodis carceris speluncæ suprà posito insinuabatur. Fiebat itaque, ut omnis vel minimus strepitus, aut submurmuratio cochleatum opus ingressa, in cubiculum derivaretur custodis, ubi quælibet submisse prolata, ac si præsentia fuissent, percipiebantur. Hodie muro obturato voces immurmuratæ in pulcher-

cherrimam, ac mirificam Echo degenerant: Unde è vulgo dicitur la *grotta della favella*: voces enim non, ficut reliquæ echones, reddit æquales: fed fubmiffam vocem in clamorem extollit: excreationis fonitus tonitrum exhibet; percuffio pallii manu facta, tormenti explofio videri poteft (*a*). =

§.

DIFFERENTIA SONORUM, HARMONIA, AUDITIO, SEU PERCEPTIO SONI AB ANIMA.

441. Hactenus naturam corporis fonori, & foni in ipfifmet corporibus fonoris, & in medio etiam confideravimus; illius leges, effectus, phænomena expofuimus: auditionis organum defcripfimus; non nihil etiam circa foni affectiones intra animam attigimus: hæc tamen poftrema melius modo intelligentur, cùm ea foni phænomena expofuerimus, quæ peculiarem ad animam, & fenfum relationem habent. Alii fcilicet foni funt grati, alii verò ingrati, graves, acuti, harmonici, confufi &c. Soni etiam aliqui peculiares in corporibus, & in fenfibus effectus producunt; motum alii excitant, alii fedant, & quietem inducunt; fanitas aliquando in corpore, rabies, furor, & alia fimilia a diverfis fonis generantur: horum vero omnium caufa generalis extra animam funt illimet tremores, & ofcillationes, quas hactenus expofuimus; caufa vero peculiaris eft confonantia, vel diffonantia inter fonos externos, & internos, hoc eft, inter undulationes corporum fonantium, mediique fonum tranfmittentis, & eas, quas corporis noftri fibræ tenfæ edunt.

442. Sonus generatim, ut diximus, extra animam confiftit in vibrationibus tremulis: ejufmodi autem vibrationes ejufdem, vel diverforum corporum fieri poffunt longiori, vel breviori tempore. Rurfus diverforum corporum fonantium ofcillationes

nes

(a) *Kircher l. Phonurg fect. 4. cap. 5.*

nes mutuo comparatæ vel fiunt eodem tempore, simulque incipiunt, ac desinunt; vel habent inæqualem durationem: in hoc vero secundo casu, vel post certos vibrationum numeros iterum conveniunt, hoc est, insimul incipiunt. & desinunt, vel numquam omnino. Ex iis autem omnis sonorum diversitas, seu toni nascuntur: & primum quidem dicitur *Monotonia*; secundum *consonantia*, tertia *dissonantia*; omnia hæc singillatim exponenda sunt.

443. Tonus nihil est aliud, quam relatio inter duos sonos, seu inter durationes vibrationum, quas duo corpora sonantia edunt. Diximus jam, omnes, & singulas vibrationes sonoras quorumcumque corporum æquali velocitate per aerem propagari usquedum evanescant, licet majores, & vehementiores vibrationes, hoc est, soni magni, & fortes longius extendantur, quam debiles, & tenues: duo tamen, aut plura corpora sonora percussa diversum plerumque vibrationum numerum in eodem tempore edunt, v. g. duæ chordæ æqualiter tensæ, sed inæqualiter longæ pulsentur; longior vero lentius, brevior citius vibrationes absolvant: prima quidem edit sonum *gravem* relate ad secundam, secunda vero *acutum* relate ad primam: constans ratio inter numeros vibrationum ab hisce duabus chordis eodem tempore editarum dicitur *Tonus*.

444. Sonus igitur *gravis*, & sonus *acutus* sunt aliquid relativum ad se mutuo, & ad tempus: Sonus *gravis* consistit in raris vibrationibus magnis, aut parvis in dato tempore: corpus illud *graviter*, aut *acute* sonat, quod in dato tempore raras, aut crebras edit vibrationes; licet istæ sint magnæ, aut parvæ: magnitudo enim, aut brevitas oscillationum sonum magnum, aut parvum: non tamen gravem, aut acutum efficit; cum constet omnino, chordam A B (*Fig.* 32.) tensam, & ita percussam, ut flectatur in curvaturam A D B, eundem semper, dum sonat, edere sonum, licet inflexiones DC, HE, GF, æquidiuturnæ, semper decrescant. Tempus quod assumitur, ut editæ in illo oscillationes comparentur, varium est pro tonorum varietate, ut jam dicemus. Primo igitur, omnes soni reducuntur generatim

ratim ad *graves*, & *acutos*; Secundo, eo gravior erit sonus, quo lentius in dato tempore oscillet chorda, & rariores fuerint vibrationes: eo vero acutior, quo crebriores exstiterint. Tertio, Terminus ex quo incipit sonus gravis a natura præscribitur, estque determinata tremoris, seu oscillationum velocitas, sine qua sonus omnino non editur, qua vero posita, aliquantillus sonus produci, audiri, & percipi incipit. Ille vero sonus est omnium sonorum gravissimus, somno simillimus (si ita loqui licet) aut somnum saltem lentitudine sua inducens, ad quietem maxime accedens, atque auris fibras, quam minimum agitans. Ab eo termino per plurimos crebritudinis gradus intra gravis limites a gravissimo semper magis, & magis recedit sonus usque ad quemdam alium terminum, qui ad arbitrium ponitur, estque communis soni *gravis*, & *acuti* limes.

445. Sonus igitur *acutus* incipit a termino sonorum gravium, & crescit usque ad stridorem, hoc est, usque ad eam oscillationum crebritatem, in qua mens humana unam oscillationem ab alia penitus dignoscere non potest; sed continuatum solumodo percipit stridorem aures vehementer ferientem.

446. Quando chordæ, aut quæcumque alia corpora ita oscillationes suas edunt, ut simul incipiant, & desinant, ac proinde sint æquidiuturnæ; dicuntur sonare ad *unisonum*.

Dissonantia est perpetua chordarum, seu oscillationum discordantia; ita ut numquam simul incipiant, aut desinant post primum oscillandi initium.

Consonantia est concors quædam discordia, seu alterna oscillationum concordia & discordia; scilicet cum duæ chordæ ita oscillent, ut eodem quidem tempore inæqualem oscillationum numerum edant; post singula tamen illa tempora iterum simul desinant, & incipiant oscillationes.

447. Quoniam vero ratio inter numeros vibrationum eodem tempore editarum potest esse multiplex; quamplurimi etiam *toni* distinguuntur. Illos, quibus peculiaria nomina tribuuntur, sunt sequentes.

Uni-

Unisonum est 1. ad 1., hoc est, cum chorda unam edit vibrationem eo tempore, quo alia similiter unam efficit, illa consonantia dicitur *Unisonum*, estque omnium perfectissima. Si vibrationum numeri sint ut 2 ad 1, hoc est, si chorda alia duas efficiat vibrationes, dum altera unam solumodo edit; dicitur *Diapason*, seu *octava*, propterea quod inter acutum, & gravem sonum octavæ, seu inter 2 & 1 *octo soni* distinguantur ab aure (auris tamen delicati sensus, & longo usu edocta 43 tonos, seu gradus in octava distinguit), qui quidem soni, seu gradus ab acuto sensim usque ad gravem descendunt, a gravi ad acutum ascendunt.

448. Si numeri vibrationum sint, ut 3 ad 2; nuncupatur *quinta*, seu *Diapente*: 4 ad 3 nuncupatur *quarta*, seu *diatessaron*, cum scilicet eodem tempore quatuor ab una, 3 ab alia chorda vibrationes absolvuntur.

5 ad 3 est *Sexta major*.
8 ad 5 *Sexta minor*.
5 ad 4 *Tertia major*.
6 ad 5 *Tertia minor*.
9 ad 5 *Septima minor*.
15 ad 2 *Septima major*.
Tertia major dicitur etiam *ditonus*.
Tertia minor *Semiditonus*.
9 ad 8 *Tonus major*,
9 ad 10 *Tonus minor*.

449. Tandem si numeri vibrationum eodem tempore a diversis chordis editarum fuerint inter se, ut sequentes numeri 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48, sonos edent prædictæ chordæ hisce syllabis vulgo notatos *ut*, *Re*, *mi*, *fà*, *sol*, *la*, *si*: *ut* nimirum respondet numero 24, *Re* numero 27.

450. Hisce positis, notatum insuper est, atque plurimis experimentis compertum, è pluribus chordis homogeneis æque tensis, & similiter percussis eo plures oscillationes intra idem tempus fieri, quo breviores fuerint chordæ.

Chorda A B (*Fig.* 26.) 96 pedes longa, & ponderis actione tensa in minuto secundo semel tantum oscillavit. Si chorda successive fiat minor in ratio-

ratione subdupla, ita ut AC sit dimidium chordæ AB, AD dimidium primæ medietatis AC, AE dimidium secundæ AD, & sic deinceps, & eadem semper manente tensione pulsentur decrescentes medietates; observatur, AB minuto secundo unam edere oscillationem, AC duas, AD 4, AE 8, AF 16, & ita deinceps.

451. Tempora igitur oscillationum duarum chordarum similium, & æque tensarum sunt, ut chordarum longitudines directe.

Numeri igitur oscillationum earundem chordarum sunt inter se inverse, ut chordarum longitudines.

452. Quare chordæ similes, & æque tensæ eam consonantiam, seu tonum edent, quem illarum longitudines indicabunt, Exempli causa, positis chordis similibus & æque tensis, si sint æqualis longitudinis, erunt *unisonæ*.

Si altera alterius sit dupla, sonabunt in *octava*: Si prima sit ad secundam, ut 3 ad 2; erunt *diapente*, seu *quinta*, & sic de cæteris.

Tandem si sint plures chordæ homogeneæ æque tensæ, quarum longitudines sint inverse, ut numeri 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48; edent tonos per syllabas *Ut*, *Re*, *Mi*, *Fa*, *Sol*, *La*, *Si* notatos.

453. Soni consonantes in *octava*, & incipientes a gravissimo, qui ab aure percipi potest, ascendere possunt per plurimas octavas, ita ut soni ascendendo fiant semper acutiores. Auris humana ultra decem octavas ascendentes, atque incipientes a sono gravissimo, nullum sonum, aut tonum distinguere potest, aut sine molestia audire: Chorda autem sonans acute in *decima octava* edit oscillationes 1024, dum chorda gravis *primæ octavæ* unam solummodo oscillationem absolvit: ratione enim 1. 2. ad decimam potentiam elevata, erit ultimus seriei terminus 1024.

454. Cum autem aliunde habeamus, chordam gravissime sonantem primo scilicet sono gravi perceptibili, duodecim oscillationes cum dimidia minuto secundo conficere; *octava* illius decima eodem minuto secundo 12800 oscillationes edet; numerus

rus enim $12\frac{1}{2}$ ad decimam potentiam elevatus est numerus 12800: auris igitur humana chordam acutissime sonantem, & oscillationes 12800 intra minutum secundum edentem audire distincte potest. Aurem tamen maxime delicatam fore opus est, existimo enim chordam in *octava* octavi ordinis auribus non admodum delicatis stridere jam incipere.

455. Ex hactenus demonstratis abunde constat, totam Musicam, atque sonorum concentum, consonantiam, harmoniam a numero, & proportione vibrationum chordarum pendere; immo in hac eadem oscillationum proportione consistere: Si igitur chordas ita attemperare possimus, ut in data proportione intra datum tempus oscillationes edant; chordis ipsis tensis omnes consonantias, & harmonias exhibebimus.

Ejus autem rei gratia præter illud, quod jam supra exposuimus, chordas scilicet homogeneas æque tensas oscillationum numerum edere in ratione inversa longitudinum, sequentia etiam experimentis omnino constant.

456. Primum; si chordæ sint ejusdem crassitiei, & longitudinis, ac proinde sola tensione differant; tempora, seu durationes oscillationum sunt in ratione subduplicata inversa ponderum, seu virium tendentium, hoc est, sunt inverse, ut radices quadratæ ponderum tendentium. v.g. Si chorda A tendatur pondere, seu vi 1, chorda vero B vi 4; erunt tempora oscillationum, ut 1 ad 2 inverse.

Secundum: In eodem casu numeri oscillationum eodem tempore editarum sunt directe, ut radices quadratæ virium tendentium: Si v.g. vires tendentes sunt 1. 4; numeri vibrationum erunt, ut 1 ad 2 directe.

Tertium: Si chordæ sola crassitie differant, ac proinde tensione, & longitudine sint æquales; numeri vibrationum eodem tempore editarum sunt in ratione diametrorum baseos. v.g. Si prima habeat diametrum duplam diametri secundæ; numerus oscillationum secundæ erit duplus numeri oscillationum primæ eodem tempore editarum.

457. Numerus igitur oscillationum chordarum componitur, variatur, aut dependet ex triplici hoc capite, ex longitudine, ex crassitie, ex vi tendente Unde si chordarum longitudines, crassities, & vires tendentes sint diversæ; erunt numeri vibrationum eodem tempore editarum in ratione composita ex inversa longitudinum, ex subduplicata virium tendentium directa, & ex inversa diametrorum baseos.

COROLLARIA.

458, Ex hisce vero plurimorum ratio pendet, quæ passim observamus. Primo chordæ longitudine, crassitie, tensione æquales sonant ad unisonum. Secundo. Chordæ ejusdem longitudinis, sed tensæ in ratione directa crassitierum, sonabunt etiam ad *unisonum*.

Tertium. Si chordarum crassities tantum conveniant, vires autem tendentes sint, ut quadrata longitudinum chordarum: etiam erunt *unisonæ*.

Quartum. Possunt etiam ad unisonum sonare chordæ, etsi longitudine tensione, & crassitie etiam differant, dumodo vires tendentes sint in ratione composita ex ratione crassitiei, atque ex duplicata longitudinis.

Quintum: duæ chordæ ejusdem crassitiei, & æque tensæ sonabunt in *octava*, in *quarta*, in quinta, aut in quacumque alia consonantia, si eorum longitudines sint inter se, ut 2 ad 1, aut 3 ad 2 &c.

Sextum: Chordæ etiam æque tensæ sonabunt in *octava*, in *quinta*, in tertia, aut in quacumque alia consonantia; si illorum diametri rationem inter se habeant, quæ aliquam ex prædictis consonantiis constituunt.

Septimum: Chordæ æque longæ, & crassæ sonabunt in *octava*, in *quinta*, aut in quacumque alia consonantia; si illæ iis ponderibus, seu viribus tendantur, quarum radices quadratæ rationem inter se habeant, quæ ad quamcumque ex prædictis consonantiis necessaria est.

Octa-

Octavum: Chordæ tandem in omnibus dispares sonare possunt in *octava*, *quinta*, *quarta* &c., si tres prædictæ rationes ita componantur, ut ratio ex iis composita eadem illa sit, quæ consonantiam quæsitam efficiat.

459. Quod si præter supradictas chordarum combinationes, atque sonos ex hujusmodi combinationibus ortos, rem ulterius promovere velis, sequentia accipe.

Primum: Si chordis crassitudine, & longitudine æqualibus inæqualia appendentur pondera, quibus tendantur chordæ; erunt tensiones in ratione directa ponderum.

In hoc enim casu sunt tensiones, ut vires tendentes, hoc est, ut pondera; cum nullum aliud sit discrimen, quod adductam rationem perturbet: major autem vis magis tendit, quam minor, ut ex se patet.

460. Secundum: Si autem pondera sint æqualia, chordæ autem longitudine quidem inæquales, crassitie vero æquales; erunt tensiones in ratione inversa longitudinum chordarum. Eadem enim vis per plures partes tendendas distributa, minor semper erit, minusque aget, quo plures fuerint partes, quibus tendendis applicatur, ut per se liquet.

461. Tertium: Et hinc si chordæ fuerint longitudine inæquales, & ponderibus inæqualibus ducantur, solaque crassitudine conveniant, erunt tensiones chordarum in ratione composita ex inversa longitudinum, & directa ponderum. Id sequitur evidenter ex duplici ratione simplici modo stabilita. Ex una enim parte quo majus fuerit pondus, major est tensio, ex alia vero decrescit tensio, crescente longitudine.

Quare si sint duæ chordæ crassitie pares, quarum longitudines sint tendentibus ponderibus reciproce proportionales; tensiones erunt æquales. Semper tamen loquimur de chordis homogeneis; si enim fuerint ex diversi generis materia compositæ, puta ex auro, aut argento alia, altera vero ex intestinis animalium; non semper erunt veræ datæ modo

combinationes; cùm materiæ heterogeneæ ut plurimum non sint æqualis tensionis capaces.

462 Quartum: Si autem pondera, & longitudines sint æquales, & chordæ solum crassitudine differant; erunt tensiones in ratione inversa crassitudinum. Pone enim chordam duplo crassiorem, quam alia, eodem pondere tendi: si prima illa chorda secundum longitudinem divideretur, duas chordas haberemus secundæ quoad crassitudinem æquales: cum ergo idem maneat pondus, eo minor erit tensio, quo crassior fuerit chorda.

Si ergo & pondera, & chordarum longitudines, atque crassities æqualia extiterint, erunt tensiones in ratione composita ex directa ponderum, & inversis longitudinum, atque crassitudinum.

463. Quintum. Dentur chordæ homogeneæ ejusdem crassitudinis, ponderibus utcumque tensæ, erunt earum soni in ratione composita ex subduplicata ratione tensionum, seu ponderum, & ex ratione longitudinum inversa. De sono hic loquimur secundum rationem gravis, & acuti: numerus enim vibrationum in dato tempore editarum crescit in ratione decrescentis longitudinis, & similiter crescit in ratione subduplicata virium tendentium. Id autem satis demonstratum a nobis fuit in Physica generali, cum de pendulis, & oscillationum natura disseruimus.

464. Sextum. Quare si chordarum longitudines, & tensiones fuerint æquales, crassitudines vero sint inæquales; soni erunt æque acuti, aut graves, seu chordæ erunt unisonæ. In hoc tamen casu pondera erunt inæqualia, hoc est, in ratione inversa crassitudinum, seu in ratione duplicata inversa diametrorum baseos.

465 Septimum. Si chordæ sint ejusdem longitudinis, diversæ tamen crassitiei, & diversis ponderibus tendantur; erunt tensiones in ratione composita ex directa ponderum, & inversa crassitudinum. Id enim sequitur ex modo dictis.

466. Octavum: Ponamus chordas quascumque esse æque tensas, crassitudinem tamen, & longitudinem habere diversas; erunt soni in ratione inversa lon-

longitudinum. In hoc enim casu chorda crassior, cum sit æque densa, atque chorda tenuior, æque oscillabit, nisi longitudine differat: ex sola igitur longitudine diversitas sonorum oriri potest.

467. Nonum: Si & pondera, & longitudines, & crassitudines chordarum sint diversa, erunt soni in ratione composita ex directa ponderum, & longitudinum, ac crassitudinum inversis. Hæc omnia nihil difficultatis habent; & partim immediate ab experientia, partim ab ipsa rationum natura in Geometriæ Elementis exposita deducuntur.

COROLLARIUM.

468. Ex triplici igitur hoc capite, pondere scilicet, seu vi tendente, longitudine, & crassitudine possunt chordæ quæcumque attemperari in data quacumque ratione, ut sonum quemcumque, & consonantiam edant: v. g. duæ chordæ possunt attemperari, & tendi ita ut in unisono, in octava, in tertia, in quinta aut alia quacumque consonantia sonent, si chordarum longitudines, crassitudines, aut pondera, aut ratio ex iis composita, ea sit & statuatur, quam consonantia invenienda requirit. Id tamen jam supra attigimus. Interim animadvertere oportet, chordas æque crassas diversarum materiarum non esse ejusdem, aut æqualis tensionis capaces. Cum corpora ipsa, ex quibus fiunt, diversam tenaciratem, ductilitatem, diversisque ponderibus appensis rumpantur. Porro musicorum instrumentorum chordæ ex animalium intestinis, aut e metallis fiunt; metalla autem ad rem hujusmodi apta, sunt aurum, argentum, aurichalcum, cuprum, ferrum; nam plumbum, stannum, mercurius non sunt corpora sonora. Relata autem corpora neque sunt æque sonora, neque ejusdem tensionis capacia.

SCHOLION.

469. Ex tradita hactenus doctrina innumera phænomena passim obvia facile intelliguntur, & explicantur. Omnium scilicet instrumentorum, Soni, vel musica illa

sint, vel bellica, vel alterius cujuscumque generis, ex datis principiis explicantur. Quin immo omnes omnino soni, loquella, voces, planctus, clamores, cantus, stridor, sibilus, & alii quicumque ab animantibus, aut inanimatis corporibus editi natura, vel arte geniti, secundum datas modo chordarum proportiones generantur, & explicantur. Ad id autem rite intelligendum, sequentia animadvertenda sunt, primum; Sonum quemcumque extra animam aliud non esse, quam aeris tremorem & vibrationes, ut fuse superius demonstravimus. Secundum: Corpora quæcumque sonora, seu sonum edentia, ea propter sonum edere, quia aerem ad prædictos tremores, atque oscillationes vel tamquam causæ effectrices, vel tamquam instrumenta determinant. Tertium: Omnia autem corpora, sonum edentia, vel animantia sint, vel inanimata, veræ causæ, aut pura instrumenta sint, ejus sunt indolis, partium texturæ, dispositionis, figuræ, rigiditatis aut ordinis, ut aerem semper ad determinatæ durationis oscillationes constanter determinent, licet vibrationes modo majores, modo minores efficiant. Etenim omnium animantium voces sunt instrumentorum pneumaticorum, fistulæ scilicet, sonus multiplici ratione modificatus, ut late prosequemur in Physica Viventium. Rursus instrumenta omnia musica vel chordarum pulsatione, vel flatu tantumodo sonant: priora nihil aliud continent, quam puram chordarum rationem, & theoriam: posteriora vero aerem non ope chordarum ad diversas undulationes determinant, sed vel ope linguulæ cujusdam intra instrumentum oscillantis, vel ob id solummodo, quod aerem data cum velocitate per angusta foramina transire, & transeuntem ad oscillationes certa ratione peragendas compellant. Soni igitur cujuscumque generatio, a quocumque corpore fiat, ad id semper reducitur, quod fit aeris ad tremorem determinatio. Quoniam autem hæc determinatio multiplici ratione pro corporum diversitate fit, corpora quæ ipsa pro varia eorum textura, duritie, aut figura, magis, vel minus, concitatius, aut lentius tremunt, oscillantur, & restituuntur; tota hinc sonorum, quotquot in natura generantur, diversitas pendet. E multis pauca solummodo doctrinæ gratia attingemus.

470.

470. Primo: Harmonice, & ad consonantiam quamcumque disponi possunt corpora quaecumque sonora: v. g. si ex ferro, aut ligno ad sonum reddendum apte plures parvos cylindros ejusdem crassitudinis, diversae autem longitudinis parari cures; eosque simul pulses, sonos habebis in ratione inversa longitudinum cylindrorum (eorum enim tensio est omnino eadem cum ex materia eadem sint constructi); cum sint aeque crassi, & tensi, erunt vibrationes, hoc est, soni in ratione longitudinum inversa. Si ergo longitudines sint, ut 2 ad 1, ut 3 ad 2, ut 1 ad 1 &c. habebis diapason, diapente &c. De sonis loquimur secundum rationem gravis & acuti; parvitas, aut magnitudo, seu intensio aut remissio a magnitudine, non a brevitate oscillationis dependet.

Hac aut simili ratione construitur triangulum ferreum ex tribus cylindris ferreis, instrumentum omnibus notissimum. Plurimi etiam cylindri ex quadam argilla cocta diversae longitudinis parantur, & ita in eodem plano unus supra alium disponuntur, ut aream trianguli constituant; longior enim cylindrus vicem basis, brevissimus ad apicem ponitur. Cum eos cylindros successive pulsamus, a minimo v. g. ad longiorem progrediendo, ab acutiori ad graviorem semper sonum transimus.

471. Secundo. Si plures ex eadem materia sonora, v. g. ferro construamus circulos, ejusdem quidem crassitudinis, sed diversarum diametrorum, eosque pulsemus, sonos edent in ratione diametrorum, seu longitudinum inverse: diametri enim sunt, ut peripheriae, hae autem sunt longitudines in circulum incurvatae, hoc est, oblongae laminae in circulum conformatae. Et hinc circulares peripheriae ferreae, chalybeae, &c. possunt ita construi, ut pulsatae ad unisonum, in octava, aut in alia quacumque ratione sonent. Hoc autem verum habet, quacumque ratione circulares peripheriae pulsentur, a peripheria nimirum versus centrum, aut a centro versus peripheriam. Et hinc ad coronas, & aera campana doctrinae ratio nos sponte manuducit. Prius tamen planorum sonos breviter expendamus: quandoquidem a chordis, hoc est, a longitudinibus incepimus, prius quam ad aera campana, hoc est, canos aut cylin-

dros pervenimus, *planarum superficierum sonantium rationem parumper attendemus.*

472. *Ut brevissimam hanc consonantiarum theoriam absolvamus*, *sequentem tabulam subjiciam*, *in qua* (*supposito*, *quod chordæ habeant eandem crassitiem*, *& tensionem*) *exprimuntur longitudines chordarum*, *vibrationum numeri*, *casus*, *nomina*, *& perfectiones consonantiarum*; *Prius tamen adnotare opus est*, fundamentalem *vocari illius chordæ sonum*, *quam pulsamus*, *ut ad ejus sonum alias chordas attemperemus*: *ejusdem vero chordæ nota nuncupatur* clavis, *seu clavis* nota.

TABULA CONSONANTIARUM.

Longitudo chordarum	Vibrationes	Casus	Numeri vibrationum	Partes	Nomina	Perfectio
1.1	1.1	1	100	1000	*unisonum.*	*perfectissima*
6.5	5.6	5	120	333	*tertia minor.*	*imperfecta*
5.4	4.5	4	125	800	*tertia major.*	*imperfecta*
4.3	3.4	3	133	750	*quarta.*	*imperfecta*
3.2	2.3	2	150	666	*quinta.*	*perfecta*
8.5	5.8	5	160	625	*sexta major.*	*imperfecta*
5.3	3.5	3	167	600	*sexta minor.*	*imperfecta*
2.1	1.2	1	200	500	*octava.*	*perfecta*

473. *Tabulæ usum exemplo ediscemus*: *quæramus rationes*, *quæ componunt quartam*; *prima numerorum columna indicat*, *chordarum longitudines debere esse*, *ut* 4 *ad* 3: *Secunda longiorem* 3, *breviorem* 4 *vibrationes eodem tempore edere*. Tertia *casum incidere in tertiis quibuscumque* chordæ *fundamentalis vibrationibus*. Quarta 133 *vibrationes a chorda in* quarta *sonante edi*, *dum illius fundamentalis centum producit*. Quinta *eandem chordam æquales partes habere* 750, *ex iis*, *quarum mille continet fundamentalis*. *Sexta nomen consonantiæ*; *Septima consonantiam esse imperfectam*.

474. *Non solum chordæ*, *sed etiam aliorum corporum partes*, *lignorum quorumcumque*, *atque animantium*

tium fibræ peculiarem, multiplicem, & diversam habeat tensionem, longitudinem, & crassitiem; unde necessario fiet, ut diversorum animalium, lignorum, & aliorum corporum fibræ, & partes ad multiplices, variasque consonantias, tonos, & sonorum gradus sint attemperatæ: ejusdem v. g. corporis fibræ cum una chorda sonabunt in octava, *cum alia erunt* unisonæ, *cum hac in* quinta *consonabunt, ab illa semper dissonabunt. Experientia autem compertum est, quod, chorda supra citharam percussa, & sonante, etiam alia chorda supra aliam cytharam prope positam, licet non percussa, oscillet, & sonet, vel ad* unisonum, *vel in* octava, *in* quinta *ecc. si ad* unisonum, *in* quinta, *in* quarta *ecc. cum priori chorda sit attemperata: Sonus quidem non nisi ægre percipitur; cum sit tenuissimus, & cum sono ab alia chorda edito confundatur; vibrationes tamen animadvertuntur, ut facto periculo observavit Pater* Lana (*a*).

475. *Hinc igitur est, quod è pluribus aliquando corporibus v. g. scamnis in eadem camera dispositis, sed ex diversa materia constructis, ad unum quidem sonum alia contremiscant quiescentibus aliis, mutata consonantia, subsultent, quæ prius quiescebant, quiescant vero contremiscentia,*

§ SONUS FEBRIS, ET ALIORUM MALORUM REMEDIUM.

476. Ex tradita hactenus soni theoria, chordarumque actione in alias chordas, aut corpora, quorum fibræ ad *unisonum* v. g. sonent, intelligemus etiam quo mechanismo instrumentorum sonus, & concentus homines nonumquam vel invitos ad motum, ad saltum, ad choreas incitet, & compellat, eoque pacto non ulli malo efficax quæratur remedium. Ex subjectis exemplis, & aliis quamplurimis, quæ afferri possent; res ad evidentiam patebit. Ego quidem facile credo, plurimas esse ægritudi-

(a) *Magister Naturæ & Artis.*

tudines, quarum remedium, vel unicum, vel efficacius a nova hac musicali medicina (inculta sane, & vix hucusque nota) peti debeat.

477. Primo notissimum est, & mille experimentis probatum, quod de Tarentina lucertula, vulgo *Tarantula*, plurimi oculati testes tradunt: sunt *Tarantulæ Longiusculæ quædam Lucertulæ*, octo pedibus, totidemque oculis instructæ, quæ prope *Tarentum* (unde nomen acceperunt), & per totam Calabriam, atque Apuliam magno numero inveniuntur: incautos messores, pastores, aut alios, quos possunt, mordent; mordendo venenum communicant; morsum acutissimus dolor, dolorem autem subsequitur animi deliquium; respiratio fit paulatim difficilis, arteriæ pulsus languescit, visio, cognitio, motus sensim etiam deperduntur, &, nisi præsentaneum aliquod quæratur remedium, diem obit, quem momordit *Tarantula*.

478. Una læthali malo efficax remedium adhibet Musica, fortuiti casus, ut fere semper accidit, inventum. Cum ægrotus mentis jam impos, omnique motu amisso supra lectum jacet, fidicen arrepta lyra varios tentando quærit & experitur concentus, usque dum ad eum deveniat, quo incepto, qui mortuo similis jacebat, primo paulatim movere incipit digitos, exinde manus, brachia, crura, caput ad concentum ignorans agitat. Caput attollit, assurgit, è lecto exilit, ad modos secundum auditam consonantiam saltat, mentis semper inscius: vis saltandi paulatim saltu ipso intenditur: tenet concentus, & saltus per duas 3, 4, & 6 aliquando horas continuas, quibus transactis, ut ægroti viribus, & spirituum amissioni consulatur, intermittitur concentus per aliquot horas, quibus lecto iterum accomodatur, & jacet ægrotus, ut eadem iterum repetatur scæna: Hæc vero per 7 aut 8 dies continuatur, in quorum decursu ægrotus vires paulatim, membrorum agilitatem, sensus, & cognitionem acquirit, & post prædictos dies in pristinam valetudinem restituitur. Porro concentus, & tonus ægroti fibris consonans, fibras, & musculos ad unisonum tensos ad motum similem impellit, musculi simili-

ter

ter hominem: motum violentum sequitur agitatio sanguinis, vasorum ampliatio, humorum, & spirituum circulatio, sudor, venenique tandem, quod sanguinem coagulaverat, motum impediverat, evaporatio.

479. In historia etiam Academiæ legimus (a), musicum quemdam post continuam dierum aliquot febrem in vehemens, & furiosum delirium incidisse, & post tertium continuati similiter delirii diem, velle se instrumentorum, & vocum concentum audire significasse: vix ad concentum sonare instrumenta cæpere; cum remittit furor, oculis, & vultui serenitas restituitur, convulsiones cessant, & præ gaudio lachrimatur. Quamdiu tenebat concentus, nulla in homine febris, aut ex prædictis effectibus alius; quamprimum vero musici, & instrumenta silebant; in pristinum furoris, & ægritudinis statum recidebat: quare continuata per octo dies Musica hominem priori valetudini restituit. Alium per omnia fere similem eventum in eadem historia legimus, nisi quod in secundo instrumentorum concentus post lætitiam, & motus somnum induxit; somnum subsecuta sanitas (b).

§

SONI INFLUXUS IN MORES.

480. Omnia supradicta communibus Physicæ legibus, & traditæ hactenus soni naturæ, atque mechanismo conformia sunt. Quin immo non difficile est concipere, (licet difficillimum rem ipsam assequi) quo pacto sonus non solum amissam sanitatem restituat, sed morbos etiam, & languores inducat, animi passiones excitet, excitatos sedat, in mores influat, eosque aut corrigat, aut corrumpat. Postrema

(a) *Hist. Acad.* 1707. *p.* 7.
(b) *Hist. Acad.* 1708. *p.* 22.

ma hæc duo posse a sono fieri antiquis Græciæ Philosophis, & legislatoribus notum erat, cum neminem lateat Platonem, & Lycurgum peculiaribus legibus cavisse, ne peculiares quidam, quos indicabant, soni in institutis a se Republicis, aut concepta Rerum publicarum forma admitterentur, ut nullum inde in mores crearetur periculum. Ab antiquis etiam traditum legimus, Alexandrum Magnum pulsato instrumento ita ad iram concitari, ut gladium è vagina educeret in adstantes ruiturus; eumdem deinde (quod majus est) animi motum alio sono, carmine, aut instrumento composuisse. Vadem ego me postremæ hujusce rei veritatis non interponam: eam tamen neque impossibilem, neque captu difficilem esse contendo.

481. Circa hæc omnia ratio ipsa, & experientia docet, pulsatam, & sonantem chordam oscillari, & vibrationes edere, hujusmodi oscillationes circumambienti aeri communicari, & alias prorsus similes in illo efficere; ab tremente, & oscillante aere, in circumstantia corpora, v. g. corpus humanum easdem vibrationes transmitti, eaque corpora, si eorum fibræ, aut partes cum pulsata chorda, aut acceptis vibrationibus consonent, ad similem tremorem, & oscillationum speciem determinari, ut supra exemplo cytharæ, pluribusque aliis demonstravimus: Humores etiam, puta aquam, aut alium quemcumque liquorem, multoties a corpore agitari, in tremorem, & crispationem agi certum omnino est: cum præter rationem, id etiam experientia confirment. Si enim in vitreum poculum aquam v. g. infundas, postea vero ejusdem poculi labra manibus fortiter affrices; crispationem, & vibrationes ejus soni, quem poculum ediderit, proprias, in aquæ superficie observabis.

482. Vibrationes soni ea tantum crispari, & agitari compellent, quorum partes cum pulsata chorda consonent, alia autem fluida, omnino dissona, post primum tremorem ut plurimum quiescent. Tandem vibrationes soni vel per aerem, vel per continuum corpus transmittuntur, & communicantur. Soni proinde, quem audimus, oscillationes,

& tre-

& tremor ad intimas etiam nostri corporis partes duplici potissimum ratione pervenire potest, primo, & præcipue per aerem, & nervum auditorium usque ad cerebrum, a cerebro autem per ortos inde nervos, & ad omnes corporis partes derivatos transmittuntur; secundo etiam imediate per agitationem, & vim in externis corporis partibus impressam, & inde per solidas & concussas jam corporum partes ad intimos usque humores transeuat.

483. Hæc omnia, & quæ jam subjungam, vix intelligi possunt, quin prius ea legantur, quæ in Physica Viventium de humani corporis Anatome, & humanarum passionum natura, & causis dicuntur; Hisce autem positis, necessario consequitur, chordarum, seu instrumentorum sonis, seu vibrationibus humanorum corporum, nervorum, & musculorum fibras, immo & humores ad corporum temperamenta spectantes concuti, & commoveri: ab actione, & commotione musculorum, nervorum, humorum, & spirituum physice dependent naturales, & animales hominis functiones, passiones, & effectus: a peculiaribus etiam humorum, spirituum, & nervoum temperamento, & actionibus, motu, & statu valetudo, morbi, & mille id genus alia dependent; si ergo sonis ad motum concitari possunt humores nervi, musculi, spiritus, a quorum excitatione humani corporis, & animi affectiones physice consequuntur, manifestum est, sonis etiam ipsasmet passiones animi, aut corporis, puta iram, tristitiam, lætitiam, morbum, valetudinem excitari posse, aut componi.

484. Generalia tamen hæc sunt, ad peculiaria aliqua descendamus, ex quibus omnia facile intelligentur. Infiniti pene sunt homines temperamento biliosi, & iracundi, qui passim & levissima etiam causa excandescunt: hujusmodi hominum ira, & rabies ex biliosi, & mordacis humoris copia actione, & morsu enascitur: hic enim humor acutis cuspidibus fibras acriter mordendo, atque morsu suo vexando, iram in animo, rabiem, & furorem excitat ob naturale illud comercium, quod inter animam, & corpus intercedit: jam biliosus ille humor

mor certam, & determinatam habet partium indolem, naturam, tensionem, & texturam, ita ut cum dato quodam sono consonet, a cæteris vero dissonet, ut supra non solum de liquoribus, verum de omnibus aliis corporibus diximus: da ergo quod vel casu, vel lyristes peritia illum sonum edant musica instrumenta, cui biliosus hominis audientis humor consonet, ac proinde ad motum, tremorem, & crispationem determinetur: si ergo musicus instrumenta pulset, adstantem hominem ad iram, furorem, & rabiem commovebit. Quod si deinde alius edatur sonus, chordæ, aut instrumenta pulsentur, eoque consonantia quæratur, cui biliosus humor, ejusque partes dissonæ plane existant; commotæ, & agitatæ humoris partes contrariis vibrationibus actæ, sistent, omnemque motum, tremorem, & crispationem amittent: sedato igitur bilioso, & mordaci humore, a cujus motu, perturbatione, & agitatione hominis rabies excitabatur, pristina & ori, & animo tranquillitas restitui debet.

485. Simili ratione medio musicorum instrumentorum sono, variisque concentibus, seu carminibus diversi in nobis animi affectus, atque passiones excitantur: sunt soni, qui mæstum animum mirifice recreant, sublevant, atque ad lætitiam, & alacritatem adducunt; sunt etiam, qui opposita omnia in nobis excitant, & ingenerant, lachrymas scilicet, planctum, melancholiam: sunt, quibus auditis, veluti sponte, atque natura duce ad saltum, ad choreas, ad cantus excitamur, & impellimur; sono etiam martialis furor non modo militibus, sed ipsis etiam equis excitatur, cum omni ex parte medio in campo ad arma canunt tubæ, & tympana. Hæc scilicet omnia, hi motus, affectiones, passiones, quas in nobis semper experimur, physice a proprio cujusque nostrum temperamento, a causis physicis, & mechanicis dependent; ex peculiari humorum temperie nascitur, quod unus sit iracundus, alter mansuetus, hic ad venerem, ille ad arma genio magis feratur. Cum ergo ab peculiari nervorum, fibrarum, spirituum, & humorum mechanismo, statu, actionibus humanæ passiones excitentur,

inten-

intendantur, remittantur, & componantur; si mediis sonis nostrorum corporum musculi, nervi, fibræ, spiritus, humores multiplici diversaque ratione excitari, commoveri, aut sedari possunt, ut abunde hactenus explicavimus; jure merito concludere possumus, sonos in prædictis omnes hominum passiones, in mores, in morbos etiam, & valetudinem aliquando influere, recteque ab antiquis *Platone*, *Lycurgo*, & aliis cautum esse, ne quidam molliores soni in bene instituta audirentur republica.

486. Hæc vero omnia adeo clara, observatis conformia, & naturalium causarum, soni autem potissimum naturæ consona mihi esse videntur, ut negari vix posse existimem: quod si experimenta superius relata adjungas, eaque omnia cum soni theoria, & intima nostri corporis anatome, structura, & mechanismo locis citatis tradenda conferas, dubium omne in præsenti argumento depulsabitur. Non solum ab arte, sed ab ipsa etiam natura constructas agnoscimus speluncas, rupes, aut voragines è quibus reddantur voces aut pluries repetitæ, aut mirum in modum auctæ. Unum vel alterum curiositatis gratia in medium adducam. Auctor est Olaus Magnus, esse in Finlandia prope littora Viburgi, ejus Provinciæ civitatis, horrendam adeo speluncam, ut si in eam vivum aliquod animal demittatur, sonus illico formidabilis emittatur, quo ita audientes turbantur, atque terrentur, ut neque consistere, nec loqui possint (a).

Tradit etiam Pater *Joannes Paes* Missionarius in Æthiopia, inter Gojanæ, Abissinorum regionis, montes enormem quamdam videri rupem eo modo excavatam, ut a longe aspicientibus concavum speculum esse appareat: Concavæ rupi alia opponitur è regione, è cujus summitate nihil adeo submisse dici potest, quod clare ob reflexionem in concava rupe non audiatur: si vero ex eadem summitate clames, integri exercitus clamor esse videbitur (b).

SO-

(a) *Apud Kirker, & Dechales Mund. Mat. Musicæ, prop. 42.*

(b) *Histor. Æthiopiæ.*

§.

SONI, GRATI, ET INGRATI.

487. Alii homines musicam perdite amant; alii vix cantu delectantur: Soni aliis hominibus grati, aliis omnino displicent: unus idemque homo modo musicam, & concentum maxime amat, alio tempore fastidit. Omnia hæc ab extensione, crassitie, longitudine fibrarum auris, hoc est, labirinthi, & nervi auditorii pendent: Hæc autem in diversis hominibus uno eodemque tempore, immo in eodem homine in diversis temporibus plurimum variantur. Qui fibras ita habet tensas, ut ad cantum, vel sonum instrumentorum molliter, & suaviter oscillent, musica delectatur; qui duriores habet, quam ut facile, & molliter vibrentur, neque amat, neque fastidit: qui nimium delicatas, adeo ut ad instrumentorum sonitum plus justo oscillent, & quodamodo rumpantur; is vero dolorem quemdam sentiet, & musicam odio habebit: qui musculos ita habet ad motum faciles, ut fibras modo magis, modo minus tendat, pro out concentus exigit, consonantia quacumque delectabitur: contra vero qui eam musculorum mobilitatem non habent: tandem auris humiditate, & mille aliis de causis fit, ut fibræ modo magis, modo minus tendantur, modo sint laxæ, modo tensæ, ac proinde modo hunc, modo alium, modo nullum amant concentum.

488. Ex iisdem etiam capitibus nascitur, sonos aliquos esse grates, alios vero ingratos: generatim tamen harmonia, & consonantia placet, dissonantia vero displicet, cujus ratio partim ex modo dictis, partim ex indole, & natura animæ deducenda est: displicet primum stridor, quia est ictus continuus, & non interruptus dolor, nullam sensui, aut animæ quietem permittens: placent toni, quia sunt alternata motus, & quietis vicissitudo. Displicet dissonantia, quia numquam est casus, seu quies: placet vero ob oppositam rationem consonantia: eo vero magis placet, quo una simul cum tonorum va-

rie-

rietate perfectiores, & frequentiores fuerint casus.
Ex aliis etiam non dissimilibus capitibus provenit, sonos esse gratos, aut ingratos, quæ ex modo dicendis de suavitate, & asperitate soni facile intelligentur.

§.

ASPERITAS, ET SUAVITAS SONI.

489. Notissima etiam est sonorum inter se differentia, atque divisio in asperos & suaves, qui quidem cum gratis, & ingratis magnam habent affinitatem; licet multoties soni cæteroquin suaves non parum displiceant, sintque etiam ejus structuræ aures, quæ sono alioquin, & communiter aspero delectentur. Analoga hæc sunt saporibus, & odoribus: sunt homines, quorum palatum adeo occaluit nimio etiam bibendi usu, ut suavioribus vinis non amplius delectentur, sed asperioribus solummodo suaviter irritentur. Quare hæc omnia multum habent relativi. Quoniam tamen sunt plurimi soni, quibus auditis, omnium aures communiter horrescunt, atque asperantur, dum contra alii sunt, qui lenitate quadam, & suavitate communiter alliciunt; hinc quærimus, in quonam hujusmodi suavitas, & asperitas consistat. Et primo quidem certum est, asperitatem, & suavitatem soni ab acuto, aut gravi, a magno & parvo sono non nasci, cum inter sonos æque acutos, aut graves, æque magnos, aut parvos alii sint suaves, alii asperi, alii magis, alii minus asperi. Non tamen negamus, quod aliquando ex his etiam capitibus gratum, aut ingratum esse sonum oriatur.

490. Soni igitur asperitas ab eo potissimum provenit, quod superficies sonans, seu aerem concitans, remittens, atque ad tremorem, & oscillationes agens, sit inæqualis, scabrosa, aspera, & frequenter interrupta. Non solum enim maxima inter omnes sensus, nominatim vero inter tactum, & auditum intercedit analogia, sed auditus etiam est purus tactus, ut alibi fusissime demonstramus; sicut ab attrectatio-

ſtatione manus ſupra aſperam ſuperficiem decurrentis oritur aſperitas tactus, ita etiam ipſamet ſuperficies aerem inæqualiter & irregulariter in aurem remittens, aſperum efficit ſonum: hoc unum enim eſt diſcrimen, quod in primo caſu aſpera ſuperficies manum, ſeu tactus organum immediate contingat, & feriat; in ſecundo autem id ſolum mediante aere efficiat, quem in aurem, ſeu aud tus, hoc eſt, peculiaris tactus organum remittat. Ex inæquali hac ſuperficierum & interrupta conti uitate fit, ut vibrationes in aurem perveniant interruptæ, irregulares, max.me diſſonæ, & quod crebre ſemper appellant: ex his enim neceſſario conſequitur, cochleam, & nervum auditorium feriendum eſſe ictibus intenſis, valde inæqualibus, nimium crebris, & ſimul aliquando magna virium intenſitate, atque diſcrimine.

491. Sonus ſuavis ab oppoſitis cauſis provenit, ſuperficierum ſcilicet ſonantium, ſeu aerem impellentium, atque ad tremorem concitantium levigatione, atque æqualitate. Et hoc quidem præter allatam modo rationem obſervatis paſſim phænomenis conforme eſt: poliuntur nimirum inſtrumentorum ſuperficies, quæ flatu ſonant, aut ab adhærentibus humoribus deterguntur, ut ſuaviorem, clarioremque vocem edant; cum trachæam etiam pituita, aut catarrho impeditam, aſperatamque habemus, ut ſæpiſſime omnibus accidit, vocem etiam minus gratam, & ſuavem efformamus; contra trachæam identidem ſtringendo, & tuſſiendo purgamus, ut congeſtam illic pituitam depellamus, eaque depulſa facilius loquamur, vociſque aſperitatem, aut difficultatem emolliamus. Ex eadem cauſa corpora aſpera, aut fracta aſperum plerumque ſonum edunt; propterea quod fractio ipſa aſperam ut plurimum ſuperficiem generat; rem quotidie in fractis campanis obſervamus.

492. Stridor ex iiſdem pariter principiis provenit, niſi quod ad ſtridorem præterea requiritur magna aſperarum vibrationum crebritudo, quæ aurem ab ingrata, & aſpera pulſatione feriari non permittit. Et hinc ſtridentia corpora unguntur, vis

eorum

eorum superficies magis æquales, & levigatæ fiant, aerem mollius repercutiant, aurefque & lenius, & non adeo crebro feriantur.

493. Hæc etiam omnia fonum ingratum plerumque efficiunt, cum ob irregulares, interruptas, & contrarias inter se vibrationes auditorius nervus veluti laceretur, rumpatur, atque in diversa trahatur. Id vero a pluribus fonis, non modo in auditionis organo, verum etiam in omnibus nostri corporis partibus effici sæpissime observamus, dum scilicet ad auditos aliquos fonos attendimus.

PROPOSITIO XXXVII. PROBLEMA.

494. *Tympanorum sonos explicare.*

Resolutio. Tympana, instrumenta omnibus notissima, non solum in re bellica, cujus sunt propria, verum etiam in festivis sæpe rebus adhibentur. Cum ergo sint familiaria adeo instrumenta, & ad concentum etiam pulsentur, atque sonent, eorum sonos parumper consideremus. Cum tympanorum sonus a circularis plani vibrationibus generetur; planorum vibrationes prius considerare opus est. Sit ergo lamina circularis tensa DE (*Fig.* 36.), quæ pulsetur in centro B, ita ut centrum B adducatur in C v. g, planum DE efficiet superficiem conicam D CE, cujus basis erit circulus DE, altitudo autem, seu axis est recta BC a plani centro percursa. Et sicut diameter DE distenditur, & fit DCE per apicem coni transiens, ita etiam omnes aliæ diametri ejusdem plani in alias æquales curvas per punctum C transeuntes extenduntur: spatium igitur conicum DCE est illud, quod planum dimidia oscillatione describit, cum enim centrum B ad punctum C pervenerit, iterum restituitur, atque ad oppositam partem alium æqualem conum, seu dimidiam oscillationem describit. Jam vero si unum idemque planum DE eadem semper tensione distentum diversis successive viribus in centro pulsemus, oscillationes etiam magnitudine inæquales describet, ita ut centrum vehementius pulsatum perveniat in A, postea vero in C, deinde in O &c., ut late expo-

fuimus, cum de elasticitate, & pendulis disputavimus: omnes tamen illæ inæquales vibrationes sunt æquidiuturnæ.

495. Quare si sint plura circularia plana æqualia, & æque tensa; sonabunt semper in unisono: modo enim soni magnitudinem non consideramus.

Si plana sint inæqualia DE, NP, & æque tensa; erunt soni in ratione subduplicata spatiorum inversa, hoc est, in ratione subduplicata inversa conorum DAE, NOP: hujusmodi enim coni sunt spatia ab his planis oscillantibus percursa; sunt autem spatia in ratione duplicata temporum, seu durationum ipsarum vibrationum: numeri autem vibrationum sunt in ratione inversa durationis vibrationum: cum ergo numeri vibrationum intra idem tempus constituant diversos sonos; erunt soni in ratione subduplicata inversa spatiorum, seu conorum.

496. Quod si non solum plana sint inæqualia; sed inæqualibus etiam tensionibus distendantur; erunt numeri vibrationum intra idem tempus, hoc est, soni in ratione composita ex subduplicata inversa spatiorum similium, & ex subduplicata tensionum directe: semper enim verum est, quod quo tensior fuerit chorda, seu planum, eo citius etiam restituetur,

Ex hisce patet, quid de tympanis dicendum sit, tympana GFIH aliud non sunt, quam plana circularia GF v.g. coriacea, aut aurichalcea, tensa, & concavorum cylindrorum bases: horum enim planorum centra L percutiuntur, & oscillationes suas modo hactenus exposito conficiunt. Tympana igitur æqualia, aut inæqualia, possunt sonare in unisono, in octava; aut in alia quacumque consonantia data. Si enim sint æqualia, ex ratione tensionum petenda erit consonantia: Si æque tensa; magnitudinem tantum attendere opportet. Si omnia sint inæqualia, secundum rationem compositam, toties a nobis explicatam, tentanda, aut deducenda est consonantiæ ratio. Et hinc est, quod tympanistæ alvum ipsam tympani modo constringunt, modo laxant, ut scilicet plana circularia, diductis, vel adductis

ductis marginibus, magis vel minus tendantur. Interim soni magnitudo, atque intensitas a majori capacitate tympanorum, & percussionum dependet.

497. Diameter basium GF altitudini GH tympani ipsius fit fere semper æqualis: cum ita constructa tympana longe melius sonent. Cujus rei gratia observandum oportet, dum planum GF percutitur, & oscillat, etiam alveum GHIF oscillare, & oscillando basis vibrationes magis, vel minus impedire: minus autem oscillationes impediuntur, cum altitudo latitudini æqualis ponitur.

Illud in tympanis generaliter observatur, quod scilicet non resonent, sed omnis sonus penitus evanescat, vix percussiones cessant, cum opposita omnia in campanis æreis observemus: id autem ex eo fit, quod tympanorum alvei oscillationes, vibrationibus basium dissimiles, & oppositæ, has postremas illico destituant: rem facile concipies, si animadvertas, alveum, hoc est, cylindri superficiem non esse ejusdem materiæ, atque bases: & hinc earum oscillationes convenire non possunt, aut in aliqua consonantia sonare. Deinde modo etiam contrario fiunt, ut facile consideranti patebit: & hinc, cum primum planum circulare baseos non percutitur, nullus jam est sonus. Quod autem æra campana attinet, sequenti propositione explicabitur.

PROPOSITIO XXXVIII. PROBLEMA.

498. *Æris campani sonos, & harmoniam explicare.*

Resolutio. Æra campana notiora sunt, quam ut in iis describendis immorari operæ pretium sit. Hæc fere in iis notabilia sunt: 1° Eorum figura non est perfecte conica, ad conicam tamen plurimum accedit, me licet non lateat, aliqua esse æra campana, & maximæ quidem magnitudinis, atque ponderis, quæ figuram habent cylindricam, ut Peckini apud Sinas visitur (a). 2° Non ex uno, eodemque metallo puro construuntur, sed ex pluribus inter se

R 2 com-

(a) *Le compte noveaux memoires pour l' etat present de la Chine.*

commixtis, experientia demonstrante, cymbala ex uno tantum metallo constructa, feliciter numquam evenire. 3° Prope infimam basim ferreo malleo exterius, aut interius ad sonum edendum pulsantur; illorumque sonus, quoad magnitudinem a cymbali mole, & ferientis mallei viribus dependet: quoad rationem grati, aut ingrati, magis, vel minus sonori, a metallorum dosi: quoad acutum, & grave, a magnitudine tum basis, tum etiam altitudinis cymbalorum oritur. 4° Cymbala, postquam pulsata fuere, resonant, contra ac in tympanis experimur. 5° Tandem, ut alia omittam, æra campana ad concentum, & harmoniam in turribus sæpissime disponuntur, & sonant. Hæc vero omnia breviter exponenda sunt.

Et primo campanarum sonos secundum rationem gravis, & acuti consideremus. Et quoniam campanæ ad conicam figuram accedunt, eas supponamus conicas. De campanis igitur sequentia constant.

499. Primum: Si æra campana habuerint eamdem altitudinem, erunt soni in subduplicata ratione basium inverse, hoc est, erunt in ratione inversa diametrorum basium. Cymbalum enim spectari potest, tamquam plures metallici annuli, alii aliis impositi, uniti, & ordine usque ad apicem decrescentes; vel tamquam unus, idemque annulus metallicus sibi semper parallelus, & decrescens, quoad in puncto desinat: duæ igitur campanæ ejusdem altitudinis, sunt duo annulorum ordines numero æquales: eorum igitur soni, perinde ac circulorum, erunt, ut annulorum circumferentiæ, hoc est, ut diametri inverse, ut supra diximus.

500. Secundum: Si campanæ conicæ æquales habeant bases, altitudines vero inæquales; erunt earum soni in ratione subduplicata altitudinum inverse. Id etiam experientiæ a P. *Fabri* institutæ demonstrant. Difficultatem movere hic posset, quod scilicet in circulorum, seu annulorum metallicorum sonis ad diametros solummodo, seu periphærias attendamus: annulorum igitur, quibus integrum campanæ corpus constat, sonus erit secundum eorum diametros, non vero secundum illorum numerum.

Ve-

Verum ita quidem res est, dum annuli aut [illegible] pulsantur, & sonant, aut cum unum corpus componunt, ut ob numeri æqualitatem pariter ex utraque parte vibrationes impediantur: attamen annuli numero differunt, hoc est, campanarum altitudines sunt inæquales: vibratio ex majori ipsa altitudine redditur impeditior, & tardior: id quod etiam in chordarum longitudine locum habet.

501. Tertium. Quod si campanæ & altitudine & latitudine different, erunt earum soni in ratione subduplicata inversa conorum.

Quartum: Si campanæ & altitudine, & latitudine basium fuerint æquales, erunt omnino unisonæ. Hæc duo postrema ex supradictis probantur, atque experimentis constant.

Quintum: Si campanæ fuerint similes, erunt earum soni in ratione subduplicata inversa ponderum, seu conorum. Hoc ultimum in communibus etiam campanis observatur, licet earum figura non sit omnino conica. Ex his omnibus ratio patet, qua æra campana construi possint, & debeant, quæ in data quacumque consonantia, puta in octava, in quinta, tertia &c. sonent. Quod quidem periti artifices plerumque exequuntur, cum passim & in templorum turribus æra campana disponantur; quæ gratum, & harmonicum concentum edunt.

502. Aliqua tamen hic observanda sunt circa communem campanarum figuram, & ortam inde sonorum varietatem. Superficies A C B (*Fig.*38.) campanæ neque est regularis, neque proprie conica, sed a basi usque ad apicem irregulari modo decrescit; a basi enim A B usque ad EG in coni modum contrahitur: ab E G usque ad D F ad cylindrum magis accedit, a D F usque ad apicem C ad sphæroideam figuram magis degenerat. Ex hac campanarum irregulari figura fit, ut diametrorum AB, EG, DF, &c. magnum sit discrimen; si igitur campana in punctis A E D &c. successive, aut simul immediate pulsetur, plures edet sonos inter se diversos secundum rationem gravis & acuti: ita igitur fieri possunt prædictæ diametri, ut soni in eadem campana editi harmonicum concentum efficiant.

503. Quod metallorum mixturam, & dosim attinet, qua scilicet quantitate, seu ratione diversa metalla fusione permiscenda sunt, ut construenda cymbala suaviorem edant sonum, id, inquam, experimentis, atque tentando discendum est; nullam enim generalem habemus regulam, quæ in re præsenti scrupulose observari debeat. Experientia etiam probante, æra campana altitudinem ut plurimum habere solent infimæ basis latitudini æqualem; eo enim pacto, ut de tympanis etiam superius diximus, sonum melius edunt.

504. Sequentia etiam phænomena passim in omnibus campanis observamus, & facile etiam explicantur. 1 Resonant campanæ, sonumque paulatim languescentem post ultimam percussionem edunt; quia scilicet ob metallorum elasticitatem paulatim languescit vibrationum reciprocatio, ut fuse exposuimus, cum elasticitatem, & motuum reflexionem explicavimus.

505. 2 Campanæ, cum nive sunt coopertæ, ut frigidioribus in regionibus accidit, surdescunt, vixque sonum, & tenuissimum quidem, atque raucum edunt: idem pari etiam de causa observamus, cum parvum, & sonorum alias tintinabulum manu comprehendimus, & ita comprehensum malleo percutimus. Eadem ubique est ratio, nix scilicet, manus, aut similis alia materia mollis vibrationes & tremorem impedit.

506. 3° Facile est, & sæpe accidit, campanam modicis etiam percussionibus, & viribus pulsatam, rumpi, si nimirum duabus impulsionibus contrariis simul percutiatur: puta, si interius in B, & exterius ex A, puncto nimirum diametraliter opposito simul percutiatur. Ob percussionem enim interius factam in D contraheretur diameter HI, distenderetur vero diameter AB, contrarium autem fieret, ob percussionem exterius factam in A, ut consideranti facile perspicitur: cum igitur ob elasticitatem campanæ vibrationes a mallei percussionibus necessario fierent, quamplurima puncta, immo & partes campanæ in diversas partes agerentur simul, & hinc nullo negotio rumperetur campana.

507.

507. 4° Campana autem fracta sono amplius edendo, suavi saltem, intenso, & resonanti, qualem prius edebat, est prorsus inutilis: Ruptura enim impedit, ne vibrationes peragantur, ab una ad aliam partem comunicentur; sistunt igitur, & interrumpuntur vibrationes: hinc autem sonum mutari, & impediri necesse est. Nihil hujusmodi accidit, si campana parvo aliquo foramine sit perforata, dummodo a fractione immunis existat, ut & experientia, & ratio ipsa persuadent: parvum enim foramen vibrationes peragi, & hinc inde comunicari non impedit.

§.

ALIQUÆ DIFFICULTATES CONTRA HACTENUS DICTA SOLVUNTUR.

508. Quæ hactenus de sono, ejus natura, proprietatibus, effectibus, & phænomenis diximus, vix in dubium revocari possunt, cum non solum luculentissimis experimentis, verùm etiam ratione, & mechanicarum Causarum indole demonstrentur. Aliquæ tamen difficultates opponi possunt, immo & ab iis præcipue opponebantur; qui sonum in qualitate a motu aeris distincta olim reponebant. Et licet omnia, aut fere omnia, quæ opponi possunt, aut jam superius attigerimus, aut ex hactenus dictis nullo negotio solvi possint; doctrinæ tamen gratia ea modo fusius explicabimus. Ex multiplici igitur capite, soni naturam in tremulo aeris motu non consistere, probari posse videtur.

509. Primo ab experimento in cytharis instituto efformatur argumentum: Pulsatis, & sonantibus alicujus cytharæ chordis, alterius etiam cytharæ prope positæ, & non pulsatæ chordæ tremunt & sonum edunt, dummodo cum priori cythara in aliqua consonantia, puta in octava, quinta, tertia &c. consonet: si tamen cytharæ, aut chordæ sint dissonæ, nulli a non pulsata cythara soni, aut vibra-

tiones eduntur: bene eſt, ſi autem ſonus in aeris vibrationibus conſiſtit, omneqne corpus ſonans aerem circa ſe poſitum concitat, ad tremorem determinat, tandiuque aer tremit, & oſcillat, quamdiu non extinguitur ſonus; pulſatæ cytharæ chordæ non ſolum conſonas alterius cytharæ chordas ad oſcillationes, tremorem, & ſonum edendum agent, verum etiam chordas diſſonas in eadem diſtantia a pulſata cythara poſitas; æqualibus enim viribus omnes pulſantur, æqualemque habent reſiſtentiam. Vel ergo ſonus in aeris tremore non conſiſtit; vel relata phænomena a ſono non proveniunt.

510. Ad hoc argumentum difficilis non eſt reſponſio: Reſp igitur, cum primum pulſatur corpus ſonorum, oſcillationeſque circumquaque per aerem diffundit, corpora, puta duæ chordæ, uniſona una, diſſona vero alia, in eadem diſtantia poſitæ eodem tempore, æqualibuſque viribus ſimul concutiuntur, &, ſi reſiſtentiæ ſint æquales, ut in caſu præſenti ſupponitur, ad æquales oſcillationes determinantur, & primas vibrationes, vel potius ſemivibrationes efficiunt æquales: quare de primis oſcillationibus, ſeu potius viribus, & actionibus ad oſcillandum impreſſis argumentum optime procedit; cum tamen ſonus in una ſolum oſcillatione, ſeu potius ſemioſcillatione non conſiſtat, ſed tremor, hoc eſt, plures vibrationes requirantur, hujuſmodique vibrationes, & tremor per aerem ſemper continuo ſucceſſive una poſt aliam a ſonoro corpore ad chordas perveniant; fit, ut ſi prima vibratio non impediatur a ſecunda, ſecunda a tertia, & ſic deinceps, chorda non pulſata ſonet; cum ſucceſſive ſemper unam poſt aliam vibrationes accipiat, vereque proinde contremiſcat, & ad eumdem tremorem a ſubvenientibus ſemper oſcillationibus compellatur.

Jam vero cum chordæ ſunt uniſonæ, oſcillationes eodem tempore abſolvuntur: ſi igitur ſimul incipiant, ſimul etiam deſinent; cum igitur ſecunda oſcillatio a pulſata chorda per aerem ad ſecundam chordam pervenerit, ſecundam hanc chordam peracta oſcillatione jam invenit reſtitutam ad ſuum priorem ſitum, & citra ullum contrarium motum;

eam

eam igitur potest ad oscillandum iterum determinare, & ita deinceps: in quo nulla est difficultas. Si chordæ non sint unisonæ, sed tamen consonent; adhuc secunda chorda oscillabit, & sonabit, licet minus perfecte, quam si essent unisonæ.

511. In hoc tamen casu præcipue stat difficultas: cum chordæ non sint unisonæ, sed una tres oscillationes v. g. peragat, dum alia unam tantummodo absolvit, fit, ut cum secunda oscillatio pulsatæ chordæ GH (*Fig.* 39.) ad secundam chordam AB pervenerit; in illam incurrit, dum a C ad D restituitur v. g. in situ AFB, in medio scilicet itu, aut reditu: in chordam igitur incidit contrario motu regredientem, vel in itu suo adhuc perseverantem: una igitur oscillatio aliam non juvat, sed impedit: chordam igitur ad quietem potius, quam ad oscillationes continuandas compellit. Exemplum habemus & manifestum in campanarum pulsationibus: cum campanam ope chordæ, & manubrii, ut fieri solet, ad oscillandum, & sonandum paulatim agimus, singulis oscillationibus vires paulatim addimus, ut oscillationes fiant semper majores: vires tamen tum solumodo addimus, cum campana ad oscillationis limitem pervenit, novamque descendendo oscillationem describere incipit, ut quotidianis experimentis ediscere possumus: si vero campanam in media oscillatione, dum ascendit, aut descendit, vi nova urgeamus, oscillationes aut impedimus, aut perturbamus. Et hæc quidem causa est, quare, dum chordæ sunt dissonæ, una aliam ad sonandum non adducit; quia scilicet post primæ oscillationis initium in nullis aliis conveniunt, hoc est, neque simul incipiunt, neque simul desinunt; subsequentium proinde oscillationum vires secundæ chordæ adhibentur, dum ipsa est in medio itu, aut reditu: impeditur igitur ad oscillandum chorda, & ad quietem ob vires sese mutuo impedientes reducitur.

512. Bene est: Quare igitur res bene procedit, si chordæ consonant in quinta v. g. quarta, tertia; licet iis etiam in casibus ob diversos oscillationum eodem tempore editarum numeros, novæ subinde oscillationes accedant, dum secunda chorda in medio

dio itu, & reditu existit ? utrobique enim eadem ratio esse videtur. Resp. Si chorda, quæ pulsatur, sit inferior, hoc est, gravioris soni, quam alia non pulsata; nulla prorsus est difficultas, cum enim eodem tempore, quo prior semel oscillatur, integras oscillationes suas alia etiam absolvat; hinc est, quod cum nova oscillatio advenerit, secundam chordam in fine reditus, hoc est, in fine oscillationis inveniat, eamque proinde ad oscillandum ulterius compellat: id autem in dissonis chordis numquam accidit. Si autem pulsata chorda sit superior, seu acutior v.g. octava, alia autem sit prima: tunc licet secunda oscillatio ad secundam chordam perveniat, cum ipsa primam vibrationem nondum absolvit, chordamque in itu, aut reditu, aut in media oscillatione feriat, eaque propter oscillationem diminuat; attamen cum chordæ sint consonæ, numquam secundæ chordæ oscillatio absolvitur, quin iterum simul incipiant vibrationes, & vires restituantur: sæpissime igitur, hoc est, post singulas gravioris chordæ oscillationes simul semper incipiunt: cum ergo chorda non pulsata oscillationem numquam absolvat, quin illico ad novam vibrationem compellatur, fit, ut res bene procedat: in chordis autem dissonis contraria omnia sunt, ut ex ipsa dissonantiæ notione patet; nil igitur mirum, si in dissonantibus chordis res minime procedat. Atque hoc pacto difficultatem, quæ exigui momenti non est, secundum mechanicas causas, & leges diluimus. Unum solummodo addendum existimo, cytharæ non pulsatæ cordas eo facilius, intensius, & efficacius ad oscillandum, & sonandum ab pulsatis chordis incitari, quo in perfectiori consonantia cum illis consonent, seu quo frequentius, minorique vibrationum numero interjecto, simul incipiant, & simul absolvantur oscillationes, ut ex dictis facile eruitur.

513. Tertium argumentum, hactenus explicato simillimum, in hunc modum proponi potest: Si sonus in vibrationibus, & undulationibus aereæ massæ consistit; quare omnia corpora circa sonorum posita, & facile mobilia, a concitato, fremente, & flu-

& fluctuante aere, a quo illa circumdantur, non moventur etiam ipsa, & tamdiu tremunt, quamdiu sonus durat? Exemplum ponamus in arboris alicujus foliis; corporibus quidem tenuissima quacumque aeris agitatione mobilibus: hæc, inquam, ad musicorum instrumentorum prope sonantium concentum non moventur, oscillant, aut contremiscunt; quo autem pacto stare id poterit, si omnis circumstans aer tremit? Ex modo dictis, immo & ex superius jam expositis tota hæc difficultas evanescit. Pro responsione igitur ad jam dicta addere sufficiat sequentia. Soni vim habent movendi, seu tremefaciendi corpora a tremente aere immediate circumdata: id tamen intelligi opportet pro modo suæ activitatis, atque molis, seu resistentiæ corporum. Si igitur sonus sit intensissimus, omnia circumposita corpora tremunt; idque observamus, cum tormenta bellica exploduntur: si tenues sint soni, vel tenuis, vel nullus in corporibus excitatur tremor, pro ratione scilicet massæ corporum: neque enim credendum est, ad lyræ sonum rupem tremere. Hæc omnia universim verum habent ad primas sonorum appulsiones, & in omnibus iis vibrationibus, seu sonis, qui adeo interrupte eduntur, atque ad corpora perveniunt, ut cum vibratio posterior ad illud pertingat, jam corpus, priori oscillatione peracta, sine tremore inveniat, ut quotidie in successivis, & interruptis bellicorum tormentorum explosionibus animadvertimus. Locum etiam hæc habent in vehementissimis, & maximis sonis, licet non sint admodum interrupti: Quare in his omnibus casibus tenet argumentum, & corpora a sonoris sensibiliter, vel insensibiliter moventur, si debita proportio inter sonorum vires, & corporum massas existent. A sonis autem non admodum magnis, continuis, aut minimum interruptis post primas appulsiones ea tantum tremefiunt corpora, quæ sint cum sonoris corporibus consona.

514. Quartum argumentum peti potest ab amica contrariorum sonorum in eodem loco, seu materia conjunctione, quin se destruant. Si soni, inquiunt, in aeris motibus, seu tremoribus consi-

ftunt; diverfi foni in motibus, tremoribus, & ofcillationibus proculdubio diverfis confiftent: jam vero fieri ne poteft, unam eamdemque aeris maffam, feu particulam quamplurimis motibus contrariis moveri? Si ergo hujufmodi motus componi fimul in eadem materia non poffunt, neque etiam diverfi foni per eamdem materiam fimul propagari; propagantur tamen: in motibus igitur confiftere non poffe videntur. Rem fuperius attigimus, cum phænomenon ipfum retulimus: ulterioris tamen explicationis gratia lectorem eo remifimus, quo Elafticitatem, elafticorumque corporum leges tradidimus. Præter dicta igitur citatis in locis, ad quæ lectorem iterum remittimus, fequentia addo. Primo quidem me non latet, hujufce difficultatis declinandæ caufa ab aliquo ftatui, heterogeneas effe aeris particulas, ita ut per hæc heterogenea media, & particularum feries diverfi etiam foni, feu motus non folum tranfmitti poffint, verum etiam mediantibus heterogeneis hifce particulis omnes diverfi foni, & concentus perinde explicentur, atque mediantibus heterogeneis particulis folaribus diverfi colores in fyftemate Nevtoniano exponuntur. (a)

515. Dum tamen hujufmodi heterogeneæ particulæ pofitivo aliquo & phyfico argumento non probantur; puræ hypotheſeos limites non excedit. Quare fi fecundum communia & nota principia, caufas, atque mechanifmum res poffit explicari, ad ignotas caufas confugere non licet. Adde, quod in dicta etiam hypothefi difficultas folvi non poffit: etenim fi foni æque graves, & intenfi, feu magni ex diverfis partibus eodem tempore emitterentur, per ejufdem fpeciei particulas propagarentur: deberent ergo fefe deftruere; cum eadem materia eodem tempore a diverfis partibus verfus diverfos terminos moveri nequeat, ut in argumento contenditur.

516. Quare iis prætermiffis, dico, verum comuniter effe, fonos fe invicem non deftruere, idque ex natura medii, per quod diffunduntur, dependere: hujuf-

(a) *Ita rem propofuit Dom. Reaumur.*

hujusmodi medium, nempe aer, non solum est fluidum, & innumeris particulis secum mutuo parum catenatis constans, sed, quod caput est, maximam, & constantem habet elasticitatem: jam vero per media elastica, præcipue vero fluida, multiplices, diversasque vires eodem tempore ad contrarias partes citra confusionem posse transmitti, experimenta confirmant: vel id fiat secundum easdem, vel secundum diversas partes; cum enim corpora elastica vires non extinguant, si illas in se recipiunt, post se transmittunt, nisi easdem vires corporibus iterum impellentibus penitus communicent; eadem igitur aeris massa maxime elastica, si eodem tempore plures diversas vires in se recipiat; eas omnes post se transmittet. Cur tamen eæ vires non confunduntur, & in unam ex omnibus compositam coeunt, ad eum modum, quo virium compositionem alibi exposuimus? Respondeo, id ex duplici potissimum ratione derivari, quæ forsitan in præsenti rei cardo sunt; prima; soni quamtumvis eodem tempore edantur, non eadem tamen ex parte, neque per eamdem omnino directionem, seu lineam communicantur, adeo ut rarissimum sit, duos sonos eodem tempore per eamdem omnino lineam rectam ab eadem parte transmitti: semel autem quod lineæ directionum sint diversæ, citra ullam confusionem ab eadem aeris massa elastica plures vires transmitti simul possunt in diversas partes, ut ex insinuata modo elasticorum indole constat. Secunda: hujusmodi diversæ oscillationes eodem tempore editæ non ab eadem indivisibili aeris parte transmittuntur, sed per distinctas ejusdem materiæ partes comunicantur.

517. Deinde vel soni, qui simul saltem sensibiliter eduntur, sunt diversi in magnitudine, vel in gravitate, vel in utraque, vel neutra ratione differunt: Si hoc ultimum; cum soni sint perfecte unisoni, & intensi, confundi quidem possunt in unicum campanæ sonum, ut multoties observamus in instrumentis, aut humanis etiam vocibus. Si primum, cum soni sint magnitudine inæquales, a sono autem majori majores undæ in aere moveantur,

mino-

minores a minore, fiet, ut intra majorem aeris undam minores minoris, soni propriæ, efformentur, ut in marinis etiam fluctibus passim videmus. Si secundum, oscillationes plerumque non conveniunt, hoc est, neque simul incipiunt, neque simul desinunt, pro ratione scilicet consonantiarum, & hinc non eodem tempore per eamdem aeris massam transmittuntur: sufficit autem vel tantilla differentia temporis, ut nullum sit confusionis periculum.

518. Quintum argumentum: Si soni essent vibrationes, seu oscillationes aeris; naturam & affectiones oscillationum servare deberent: non tamen servant: etenim oscillationes pendulorum, ut in Statica Physica demonstravimus, sunt inter se in ratione subduplicata longitudinum ipsorum pendulorum, seu ut radices quadratæ dictarum longitudinum; oscillationes autem chordarum sunt, ut ipsarum chordarum longitudines: non igitur generalem oscillationum legem sequuntur. Difficultas ad hoc unum reducitur, unde scilicet sit, quod vibrationes chordarum, & aeris sint in ratione longitudinum: quare enim non omnes eamdem simplicem, aut subduplicatam longitudinum rationem sequuntur?

Resp Id pendere ex natura causæ, seu virium oscillationes efficientium. Non est universim de natura omnium oscillationum, ut subduplicatam longitudinum rationem servent: proprium id est gravitatis, seu pendulorum, quæ sola gravitate ad oscillandum aguntur, ob rationem, & demonstrationem, quam in loco citato dedimus, quem omnino consulere oportet. Vibrationes tamen ab virtute elastica aeris generatæ expositam hactenus rationem servant: id autem discrimen ex diversa elasticitatis, atque gravitatis indole enascitur, ut ex iis, quæ de hisce viribus disputavimus, satis constat.

519. Sexto opponi, aut quæri potius posset, quo pacto ope sonorum, atque auditus corporum sonorum distantiam percipere possumus? Verum circa hoc ab experientia & usu edocemur, atque de objectorum distantia judicium ferre ediscimus: certum tamen est, in innumeros passim errores circa rem

præ-

præsentem incidere: nec ullus alius est sensus, quo sæpius decipiamur.

Supereslet modo aliqua ad artem Musicam spectantia explicare: Scio hæc etiam Matheseos & Physicæ juris esse; Verum ne longius, quam par est, excurramus, iis, quæ hactenus tradidimus, & quæ physica, aliorumque omnium fundamenta sunt, contenti, reliqua matheseos potissimum scriptoribus relinquamus.



PYRO-



PYROTECHNIA PHYSICA SEU DE IGNIS ELEMENTO.

LECTIO I.

De Physica Ignis natura, & proprietatibus.

I. NUllum fortasse est in natura corpus, cujus natura magis nos lateat, atque occultior existat, & omnes Physicorum conatus, ac tentamina magis eludat, quam Ignis; licet alia ex parte nullum etiam sit in natura corpus, a quo plura accipiamus beneficia, & circa quod plura hactenus instituta fuerint experimenta. Inter Physicos omnium accuratissime, meo saltem judicio, hoc argumentum tractavit *Hermanus Boerhave* (*a*), ex quo plurima desumpsi: illa vero, quæ ulterius addam, vel tantumodo ab experimentis, & notis effectibus deduco, vel nonnisi dubitanter proponam: candide enim fateor, in Igne, illiusque natura, proprietatibus, phænomenis, & agendi legibus, siquo in alio Physicæ argumen-

(a) *Chemia P. 1. de igne.*

mento, obscurum, nescio quid, mihi semper, & ubique obversari. Quare in hac potissimum materia observationes, experimenta, & nota phænomena præmittere, ex iisque deinceps philosophari opus esse existimo.

2. Circa physicam ignis naturam, reconditam illam quidem, & in naturæ sinubus latentem, multiplex est Philosophorum opinio. Sunt qui asserant, Ignem neque purum Spiritum, neque purum corpus haberi, sed mediam quamdam esse inter spiritus, & corpora entitatem. Hujusmodi opinamentum omnium pene calculo rejicitur. Peripatetici, veteres potissimum, omissis rationibus mechanicis, Ignem in substantiali quadam forma ab omni corpore diversa reponebant: hæc iterum penitus jam est obsoleta. Inter Mechanicæ Physicæ cultores *Cartesius* cum plurimis aliis Ignis naturam in perturbato inflamati corporis particularum motu adstruunt, ita ut ad ignem non peculiaris materia, sed peculiaris motus cuicumque materiæ applicatus requiratur, & sufficiat. Præcipua hujus sententiæ difficultas in assignando hujusce motus principio, & causa consistit. Ultima tandem & communissima Physicorum opinio, Ignem in subtilissima quadam materia, ab omnibus aliis corporibus diversa, & ubique diffusa constituit.

DEFINITIO.

3. *Rarefactio* est ejusdemmet corporis, aut massæ ad majus spatium dilatatio; cum scilicet corpus aliquod, pura, aqua, aut spongia, manu antea compressa, sibi libere relinquitur, ad majorem locum extenditur. *Condensatio* autem contra est ejusdem corporis ad minus spatium reductio: aqua v. g., aut lac palmum cubicum occupans, si ad semipalmarem locum redigatur, condensari dicitur; si eadem semper maneat materia. Porro si condensatio per vim aliquam externam prementem fiat, qualiter a manu constringitur spongia; dicitur *compressio*: alio modo facta, dicitur proprie condensatio. De corpore raro, & denso, raritatis, & densitatis modo,

communibus ignis, & caloris effectibus, inferius agam.

DEFINITIO.

4. Fusio, seu solutio corporis est duri corporis liquatio, seu in particulas insensibiles reductio, & divisio: Ut, si saccharum in aquam injiciatur, ab aquæ actionibus multipliciter dividitur, agitatur, illiusque particulæ hac illac dispergantur. Coagulatio, seu concretio est corporis antea fluidi congelatio, seu in massam firmam reductio. Physicas corporum solutiones & coagulationes inferius dabimus.

5. Ignis, notissimum omnibus elementum, est subtile illud corpus, ad cujus præsentiam ardorem quemdam in nobismetipsis experimur; cujusque etiam proprium est, & peculiaris character, corpora cætera rarefacere, vel ex se ipsó lucem emittere. Hæc duo sunt præcipui ignis caracteres: licet enim sit aliquando ignis, aut vehementissimus calor, qui lucem non emittat, ut in aqua, & oleis ebullientibus; sit & interdum, qui corpora non rarefaciat, ut in lunari lumine in ustorii speculi foco congregato visitur; eorum tamen alterutrum raro aut numquam desideratur.

6. Potissimi deinde effectus, & characteres ignis sunt 1° omnia corpora penetrare; omnia enim aut ignescunt, aut vehementissime, & intime calescunt. 2° Calefacere, seu caloris in nobis sensum excitare: 3° Corpora rarefacere: 4° Corpora solvere: 5° Intimas corporum particulas ad motum concitare, in motu, & vehementi agitatione ponere: 6° Lucem, ut plurimum saltem, edere: 7° Corpora comburere, & penitus dissipare.

7. Est tamen, ut dixi, ignis intensissimus, qui non lucet; & lux intensissima, quæ non calefacit (a): primum visitur in ferro candenti, & calidissimo: in foco speculi caustici, dum corpus illi non appli-

(a) *Boerhave ibidem.*

applicatur opacum, & in mille aliis exemplis: secundum in lumine lunari clarissimo, quod in foco congregatum ferri ab oculis aliquando non potest, & tamen nullum caloris indicium præbet (a). Porro lux solaris directa, quam oculi facillime ferunt, calorem sensibilem producit.

OBSERVATIO I.

Omnia corpora firma, & fluida, in quibus hactenus factum fuit periculum, igni applicata dilatantur, & secundum omnem dimensionem extenduntur, seu rarefiunt, (b) *& in pristinam dimensionem postea rediguntur* (c). *Id in solidis ope pyrometri demonstratur.* (d) *Fluida autem in phialis, quæ ex ventre capaci in gracile, oblongumque desinunt collum, contenta; dum calefiunt, in collum ascenduut; ab igne amota in ventrem iterum subsidunt: non omnia tamen corpora æqualiter ab eodem igne dilatantur. Illud insuper notandum: corpora eo amplius rarefieri, quo copiosiori, seu vehementiori admoventur igni: neque certum dilatationis terminum transcendere: ut visitur in metallis fusis, aqua ebulliente &c. hoc insuper discrimen observatur, quod pari ignis intensitate magis dilatantur fluida, quam firma corpora: magis, quæ rariora, quam quæ densiora existunt* (e).

9. *Corpus a minimo caloris gradu usque ad intensissimum ignem gradatim transeundo, gradatim etiam dilatatur: dilatatio, seu rarefactio est separatio, atque distractio partium corporis: separatio est motus: Ignis igitur aut est materia cum vi movendi, aut ipsius materiæ motus: rursus: ad distraendas, separandas, & solvendas particulas corporum tenacissime secum ipsis catenatas maximis opus est viribus: igitur ignis maximam habet vim movendi.*

(a) *Mem. de l'Acad.* 1699.
(b) *Musch. coment. in tentam. Flor. par. p.* 12.
(c) *Idem Elem. cap.* 26, *n.* 962.
(d) *Boerh. l. cit. p.* 18.
(e) *Nollet t.* 4. *lib.* 14.

OBSERVATIO II.

10. *Metalla, semimetalla, & plura item alia corpora, puta, cera, sulphur, sebum, pix &c. non tantum rarescunt, dum igni admoventur; sed nimium etiam calefacta dividuntur, solvuntur, & liquescunt. In quo iterum notandum: non eumdem caloris gradum ad singula hæc corpora opus esse, ut ab eodem gradu frigoris ad liquorem usque reducantur: sed quo alia vix liquescere incipiunt, alia liquescunt perfecte.*

OBSERVATIO III.

11. *Corpus quodcumque ignitum alteri non ignito suppositum, appositum, vel superpositum, ignem illi, seu calorem communicat: & tantumdem ei communicat, quantum de suo amittit. Hac caloris, & ignis communicatio eatenus continuatur, quoad æqualem utrumque corpus ignem, aut calorem habeat. Neque ullum est discrimen, vel solida solidis, fluida fluidis, vel fluida solidis, aut vice versa applicentur corpora.*

PROPOSITIO I.

12. *Ignis neque est spiritus, neque medium aliquod inter spiritum, & corpus; sed est materia, & corpus.*

Hic est communis omnium fere hominum sensus, contra paucorum opinamentum. Probatur. In igne scilicet corporis attributa deprehendimus: agit enim in corpora, ea penetrat, dividit, rarefacit, agitat, in liquorem redigit; corporibus igitur resistit (*a*): est igitur materia: si enim esset spiritus, nullam in corporibus resistentiam offenderet; sed cum iis intime penetraretur; neque in corpora ageret: eatenus scilicet agitur in corpora, quatenus ea resistunt (*b*). Deinde motum etiam localem, expansionem, impetum in igne deprehendimus, ut ex inferioribus patebit: est igitur materia.

Pro-

(a) *t. 1. Ph. Gen.*
(b) *tom. 1. Phys. Gen. l. 7.*

Probatur secundo. Ignis spatium occupat: a corporum superficie repercutitur; ut in speculis causticis videre est: at spatium occupare, & reflecti, est corporum proprietas:

13. Oppones. Ignis a nullo corpore impeditur, aut detinetur, quominus in omnem sese diffundat locum, in omnia subingrediatur corpora: at id spiritibus tantumodo, non corporibus competere potest: Resp. Id solum probare maximam ignis subtilitatem, de qua inferius; non vero spiritualitatem.

14. Dices secundo. Radius ignis, seu lucis in superficiem reflectentem perpendiculariter illapsus, per eamdem viam regeritur: ergo secum ipso penetratur: ac proinde corpus, seu materia esse non potest. Resp. Nullo experimento nos edoceri, radium ignis reflexum, semitam physice, aut Geometrice eamdem relegere: id unum liquido constat, radium sensibilem, qui ex innumeris radiis minutioribus constat, per eamdem sensibilem viam regeri, quocum bene stat, minutissimum quemque radium juxta se invicem retromitti. Secundo tamen addo, actionem, & radium luminis, prout lumen est, per eamdem lineam reflecti, & regredi ab obice in luminosum, si sit perpendicularis ad superficiem reflectentem: quia scilicet lumen, ut infra dicemus, in vibrationibus, & oscillationibus materiæ ætheræ, seu subtilis consistit: hæ autem oscillationes per eamdem lineam ire, & redire possunt: ad modum oscillationis chordæ, aut penduli: sed de hoc inferius erit dicendi locus.

PROPOSITIO II.

15. *Ignis primigenius, seu elementaris, & causalis non consistit præcise in insensibili, & intestino insensibilium particularum motu: sed est aliquid ab hujusmodi motu diversum.*

Ignis natura obscurissimum Physicæ arcanum est: candelæ flammam, accensumque, & inflammatum carbonem vulgo nuncupamus ignem: sed si, ut philosophos decet, in rigore loquendum sit, flamma, aut ignitus carbo, vulgaris quidem, sed non primigenius, & elementaris vocari debet ignis:

is enim in eo potius principio, quod & flammæ, & accensionis est causa, reponendus est. De eo igitur principio, quod elementarem, & purum ignem appellamus, Probatur propositio. Si enim ignis in præfato motu consistit, sensim semper imminueretur, & numquam augeretur, dum ab aliis corporibus in alia communicatur: aliaque aliis appolita incenduntur. Quo enim pluribus corporibus eadem motus quantitas communicatur, eo plus languescit, & tardior evadit motus: languesceret igitur ignis, hoc est, motus per communicationem: hoc autem experientiæ refragatur. a Quin imo parva aliquando scintilla integra depascitur, & consumit nemora, si arbori semel applicetur: in immensum igitur augescit ignis, seu motus: immensam autem hanc ignium, seu motuum vim a parvo, qui in scintilla erat, motu differre necesse est: ignis igitur non consistit in puro sensibilium particularum motu.

16. Per id non negamus insensibiles corporum particulas eo motu agitatas, vulgarem ignem, aut si mavis purum, non esse, aut efficere: id unum contendimus, hujusce motuum causam, principium, & fontem non esse earumdemmet, aut similium particularum motum. Etenim jam habemus ex phænomenis, quod ignis non sit spiritus, aut res immaterialis: superest igitur, ut sit materia, aut modus materiæ; hoc est, vel aliqua materiæ species primitiva, simplex, & per naturam suam ab omnibus aliis corporibus diversa, vel potius minutissimarum cujuscumque materiæ particularum motus. In omnibus corporibus ignitis, ignescentibus, calescentibus vividos, & intensissimos sæpe, ac rapidissimos motus animadvertimus, ut in incendiis, in pulvere pyrio inflammato, & mille aliis passim. Priusquam pulvis pyrius, sylva, aut quodcumque aliud corpus accendatur, nullum in iis sensibilem motum animadvertimus, nullumque Ignis indicium rudibus saltem sensibus observamus: accenso igne tota sylva, aut pulveris pyrii massa ardet, inflammatur, ignescit; vehementissimos percipimus in eorum corporum particulis motus, atque effectus: &, si sensibus judicemus, materia,

ria, quæ antea erat lignum, pulvis pyrius &c. modo apparet puriſſimus ignis: Quid ergo eſt Ignis? ipſiuſne pulveris pyrii, lignorum, aut aliorum quorumcumque corporum particulæ motu inteſtino vehementi agitatæ; an potius alia materia ab his, & cæteris corporibus diſtincta? Si primum; Ignis non eſt peculiare corpus, ſeu materia, ſed peculiaris ſtatus, & motus materiæ: quæ tamen erit in hac hypotheſi vehementiſſimorum illorum motuum cauſa, quos in prædictis caſibus obſervamus? Si ſecundum: illa materia vocabitur ignis Elementaris, & puriſſimus: erit tamen illa ubique æqualiter diffuſa, fluida, elaſtica, gravis? Rurſus eritne materia illa ſemper in motu, an potius quieſcit, & motum ſolummodo excitat, & producit, cum accenditur Ignis, & incipit inflamatio? Si illud primum ſtatuamus: in rei veritate, & fundo materiam ſubtilem Carteſianam ſtatuimus: ſi ſecundum: iterum redit inſuperabilis difficultas: quæ ſit prodigioſi illius motus, & virium cauſa, quibus flamma omnia diſrumpit? Præterea in decantatam ſphæram Ignis *Ariſtotelis* poſt tot gyros, atque mæandros relabi aliquando iterum videmur. Quid enim! ſi fluidam, & ſubtilem materiam æthercam ubique ſparſam appellemus, atque ſtatuamus Elementarem ignem, ut quamplurimis hujuſce temporis Philoſophis placet; ex alia vero parte ultra aerem potiſſimum illa materia diſtendatur, ut inter plurimos etiam Phyſicos communiter ſtatuitur; nil ſupereſt jam, neque deſideratur ad ſphæram ignis iterum agnoſcendum.

17. In quamcumque partem convertamur, in difficultates incidimus inſuperabiles, & maxime obſcuras. Ego quidem perſpectis phænomenis, & effectibus Ignis, atque perpenſis inſuper, quæ nos in præſenti argumento premunt, difficultatibus, ita mihi ſtatuo: duplicem eſſe ignem; *Elementarem* primum, cauſalem, & puriſſimum; ſecundum vero *mixtum*, & velut *effectivum*: primus mihi eſt peculiare Elementum, ſeu materia ab omnibus aliis elementis, & mixtis corporibus diſtincta: perinde ut de Aqua, Aere, Terra communiter ſtatuitur; illum dico *cauſalem*, quia ab illo dependent prodi-

giosi inflammatorum corporum motus, & effectus: Hæc igitur materia, seu Elementum, ut sit, & nuncupetur Ignis causalis, seu elementaris, ab ullo motu, aut peculiari illarum partium statu non dependet, ut de aere, & aqua dicimus: unde vel ejus particulæ quiescant, vel motu quocumque moveantur, sunt *Elementaris Ignis*. Hæc materia mihi est fluidum ubique diffusum, actionibus luminis efficiendis, atque transmittendis proprium: hanc tamen, & alias illius proprietates in sequentibus exponam.

18. Ignis ille primigenius, & Elementaris, cum vires suas exerit, & alia corpora vehementer calefacit, & inflammat, corporum ipsorum, quæ depascit, particulas vehementissime concitando, & intestino, atque rapidissimo motu movendo, flammam, carbones accensos, & alia hujusmodi efficit, quæ nos Ignem appellamus: Flamma igitur, & reliqua corpora ardentia, hoc est, corpora inflammata, aut ardentia, eorumque partes intestino, & rapido motu concitatæ sunt Ignis *Mixtus*, *Effectivus*, atque *Sensibilis*: hic igitur Ignis non est peculiaris materia, & corpus; sed peculiaris motus particularum cujuscumque corporis: consistit igitur in motu, hujusmodique motus ab Igne Elementari dependet. Quam hic exposui de Igne *Elementari*, & *Sensibili* Ideam deinceps dicenda confirmabunt.

19. Interim vero duos hosce existere Ignes inter se distinctos, inde suaderi potest; quia radii solares in foco congregati, sunt vehementissimus Ignis *Elementaris*: nullus tamen illic est Ignis *Sensibilis*, quamdiu focus est in vacuo Boyleano, aut nullum corpus combustibile, & crassum foco ipsi applicatur, ut experientia patet. Hinc etiam est, quod deficiente Igne mixto, nulli saltem apud nos in tellure edantur ex iis prodigiosis effectibus, quos jam indicavimus, & quotidiana experientia demonstrat.

PRO-

PROPOSITIO III.

20. *Ignis igitur elementaris, ſimplex, & purus non ſunt heterogeneæ diverſorum corporum particulæ inteſtino, & multiplici inter ſe motu agitatæ: ſed peculiaris quædam ſubſtantia Elementaris ſimplex ab aliis corporibus diſtincta.*

Hæc eſt plurimorum Phyſicorum, maxime experitalium, ſententia contra Carteſium, & Carteſianos. Probatur prima pars. Si enim ignis in perenni, & perturbato particularum motu conſiſteret; augeri non poſſet ignis, niſi augeatur & motus: cum igitur parva aliquando ſcintilla, aptum nacta pabulum, magnum pariat incendium; magnus etiam excitatur motus: a qua autem cauſa hujuſmodi motus augmentum provenit? Aliis terminis: Si in particularum motu conſiſtit ignis; numquam augeri poſſet a ſe ipſo; cum certa motus quantitas ſe ipſam augere non poſſit, aut majorem motum producere: ignis igitur lignum depaſcens in eadem ſemper quantitate exiſteret: neque major ſucceſſive pabuli quantitas arderet: quod eſt falſum.

21. Secundo. Extincto Igne, ſeu motu, cum alius de novo incenditur, hoc eſt, inteſtinus, & perturbatus particularum motus efficitur, danda erit novi hujuſce effectus, ſeu motus cauſa: in hac tamen, quam evertimus, ſententia aut nulla, aut arbitraria tantum inducitur:

Tertio. Inteſtinus particularum motus potius eſt effectus, quam natura ignis: hujuſmodi enim motus ab impellente aliqua materia proveniret: eam autem materiam potius, quam productum ab ea motum, ignem appellamus.

22. Secunda pars ſequitur ex prima, & facile oſtenditur ab indicato jam argumento, aut obſervatione circa ſpeculi uſtorii focum.

Oppones: poſito Igne, ponitur etiam inteſtinus, & perturbatus particularum motus, & viciſſim: ſublato autem motu, extinguitur ignis: illius igitur natura in incaleſcentis corporis particularum motu conſiſtit. Reſp. negando conſeq.: ex argumen-

mento enim solummodo colligitur, intestinum particularum motum esse primarium, seu naturalem ignis effectum, & infallibile criterium, quod facile admittimus.

23. Oppones secundo. Ignis est substantia, seu res sensibilis, quæ scilicet sensu percipitur: sensibile vero a sensu, seu anima percipitur, ut voluptas, & dolor: voluptas autem, & dolor ab anima quidem percipiuntur, non tamen in objectis externis reperiuntur; sed objecta externa sensuum organa diversimode afficiendo, & commovendo, sensorii ope animam ipsam modificant, & afficiunt., ut aliqua quidem objecta voluptate, dolore alia persentiscat: cum igitur anima ignem dolens solumodo, aut gaudens sentiat, & percipiat: præterea vero factam in sensorio modificationem percipiat tantumodo; dicendum videtur, aliud non esse ignem ab ea modificatione, qua afficitur sensorium; ea autem modificatio in motu proculdubio consistit: ignis igitur in perturbato, & intestino particularum motu consistit. Hoc argumento utitur *Des-Cartes*, ut calorem in particularum motu situm esse evincat: illud hoc loco apposuimus, qu a, ut statim patebit, eamdem in calore, atque igne naturam agnoscimus. Resp. Argumentum plurima continet vera: sed ea in loco examinabimus: aliud esse qualitatem v. g. calorem, sonum, colores &c. in anima, aliud extra animam, nemo inficiabitur; intestinum etiam particularum corporis humani motum calorem esse, & caloris sensum in nobis efficere agnoscimus: sed præter illum motum, in quo *Ignem mixtum*, & calorem constituimus, alium esse elementarem Ignem, adductæ rationes probabilius suadent.

24. Oppones tertio. Plurima sunt heterogenea corpuscula, & diversorum corporum particulæ, quæ licet seorsim ab aliis nullum habeant motum; si tamen secum ipsis intime permisceantur, fermentantur, intestinum, & vehementem acquirunt motum, calescunt, æstuant, & fervent: quin imo parvum identidem fermentum ingentem massam, quacum commiscetur, ad motum concitat: & ex parvo illo fermento magnus sensim efficitur motus, quia

quia ulla ad id externa conquiratur caufa. Refp. In omni fermentatione, & diverfi generis particularum immixtione, ex qua ignis aliquando proveniat, inteftini hujufce motus, & ignis caufam extrinfecus effe petendam; nihilque proinde allatis exemplis conficitur: neque enim motus ex fe ipfo augetur: neque materia a parvo ad magnum motum, velut ex fe ipfa, tranfit.

Hæc probabiliter, & ingeniofe dicta, atque cogitata funt; &, fi forte non vera, funt faltem verofimilia, tamdiuque tenenda, quamdiu melior alia rem obfcuriffimam explicandi ratio non occurrat.

PROPOSITIO IV.

25. *Ignis eft materia quædam fimplex, inalterabilis, maxime fluida, quæ fluiditatem numquam amittit.*

Prima pars ex fuperioribus manifefte deducitur: probatur fecunda: materia ignis fluiditatem in aliis corporibus efficit, & confervat, ut in fuperioribus adftruimus; quamdiu enim plurimo igne, aqua, metalla &c. interius agitantur, fluorem retinent: igne abeunte, gelafcunt, aut concrefcunt: hoc autem fieri nequit, quin ipfa materia ignis fit etiam fluida. Secundo. Fieri hactenus non potuit, neque eft obfervatione deprehenfum, ut ignis, puta flamma, in duram maffam concrefceret: fed illius partes perenni femper motu diffugientes, fluidiffimum corpus conftituunt.

26. Dices: Experientiæ confonum eft, imo & inferius probabimus, Igneas particulas mediis aliis corporibus intromiffas, eorumque particulis, cavitatibus, ramulis implexas fubfidere, motum amittere, & in maffam cum aliis corporum particulis concrefcere: ergo etiam fecum ipfis adeo implicari poffunt, cæterorum corporum inftar, ut motu penitus amiffo, fecumque ipfis catenatæ, & catenatione unitæ, concrefcant; fluiditatemque fuam eo pacto amittant. Refp. concefs. antecedent. neg. confeq.: utrumque ab experientia edocemur; & favet

vet ratio: intra corpora enim ob varias quiescentium partium conformationes, figuram, & texturam particulæ igneæ detinentur; sibi tamen ipsis permissæ, cum motum omnes affectent, & habeant, neque figura ad mutuam catenationem apta sint præditæ, a motu, & fluiditate numquam cohibentur.

27. Oppones: Ignis per motum communicari videtur: ergo non consistit in aliqua materia simplici ab aliis distincta, sed potius in heterogeneis plurimorum corporum particulis, motu perturbato, & intestino quaquaversum concitatis. Resp. neg. conseq.: licet enim per motum communicetur ignis, in prædicto tamen heterogenearum particularum motu non consistit, sed in simplicis materiæ particulis, quarum quidem actio, & effectus non, nisi per motum expansivum, perturbatum, & intestinum, exeritur.

28. Ergo ex tradita explicatione, inquis, ignis in sua ratione necessario involvit motum, in eoque proinde consistet. Resp. Ignem in materia simplici, ejus actionem in motu consistere. Igitur, pergis, vehementissimus ignis vehementissimum etiam motum devolvit. Concedo: At, reponis, quæ in magno aliquo incendio a parva aliquando scintilla orto incredibilis fere motus causa? In eamdem enim difficultatem, quam declinare supra cupiebamus, recidimus: *crescentis scilicet ignis, seu motus causam assignare*

Ref. Hanc difficultatem, quæ maxima est, & ignis propagationem, & augmentum spectat, si non penitus enervavit, fælicius; quam quis alius, explicavit Dominus *Euler*, qui præmium, ejus rei explicandæ gratia propositum anno, 1738. reportavit. Ad illius igitur mentem suppono (& affirmant *Malebranche*, *Lemery*, *Boerhave*), minimas etiam materiæ particulas virtute expansiva esse præditas, aliasque ab aliis sese explicare, & separare adniti: Si, inquit, in canistro constituas centum globulos vitreos, aere plenos, & ex vitro adeo tenui confectos, ut inclusi aeris elasticitati vix possit resistere; leviterque unum ex prædictis globulis percutias, eo-

que

que pacto interni aeris elaterium adjuves; non is solum, quem percussisti, disrumpetur globulus, sed reliqui etiam a primo immediate, vel mediate percussi disrumpentur.

29. Eo igitur pacto pulveris pyrii granula, velut totidem canistri, innumeras fere igneas particulas continentes, spectari possunt; hujusmodi igitur igneæ particulæ, expansiva virtute præditæ, quamprimum granorum aliquod externa aliqua percussione, puta, scintillæ impetu, diffringatur, alia omnia disrumpunt, inclususque in omnibus ignis, in magnam flammam erumpit. Igneæ particulæ in granulorum poris delitescunt: indubium est enim, omnia corpora innumeris fere porulis esse pertusa: in iis igitur granorum, & omnium quorumcumque corporum poris latens ignis, vel minimo excitamento adjutus, expansivæ virtutis, vel, si mavis, elasticæ beneficio, magno impetu seu motu concepto, in magnum incendium erumpere potest. Particulæ enim primi granuli percussi, & disrupti, præfati granuli porulos egressuræ aperiunt, eodemque concepto impetu in circumstantium granorum porulos ingrediuntur; latentem in iis ignem excitant, commovent, secum trahunt, auctoque agmine, & viribus in alia successive grana subingrediuntur, perfringunt, disrumpunt.

30. Scintilla scilicet in primum granum impingens, illud comprimit, & rumpit: vel per illius poros a se apertos ingrediens, vim ignis internam, cui adjungitur, auget; vis aucta granum, rupto æquilibrio, diffringit; diffracto, rumpuntur etiam alia. Eo autem facilior erit inflammatio, quo major ignis copia in fragilibus contineatur granulorum superficiebus. Ignis eo pacto excitatus omnem materiam æque cito, aut inæqualiter consumit, attenta scilicet ignis copia, continentis corporis resistentia, & mille aliis, quæ in hujusmodi negotio attendi debent.

Primo enim si continentis corporis partes, hoc est, pororum parietes sint validiores; majori percussione opus est. Secundo: Si continentes cellulæ sint inæqualiter resistentes; non eodem tempore totum

tum corpus, sed per partes, & successive inflammatur. Aliquando etiam aliquae supersunt partes igni imperviae, quae majori percussioni, & validiori igni cederent.

PROPOSITIO V.

31. *Particulae ignis elementaris sunt omnium terrestrium corporum, quae novimus, particularum subtilissimae: omnes etiam soliditate, & duritie superant.*

Probatur: 1 Corpora enim omnia, quae ignem intra se continent, eum ab ingressu non cohibent; sed igneae ipsae partes hac illac egrediuntur, erumpunt, & circumquaque disperguntur: omnia igitur corpora intime ab igne penetrantur, adeo ut vel minimos eorum porulos ignis pervadat.

2 Omnia corpora igni applicata rarescunt, dilatantur, calefiunt: & eorum quamplurima liquescunt, atque in subtilissimas particulas dividuntur: hoc autem eatenus fit, quatenus igneae particulae vel angustissimos reliquorum corporum poros pervadunt, eorum parietes hinc inde concutiunt, agitant, cavitatibus omnibus sese insinuant, alias ab aliis partibus convellunt, separant, movent, easque in liquorem redigunt: ad hoc autem mira partium subtilitate, quae caetera corpora superet, opus est. 3 Aer, aqua, spiritus, & liquores reliqui vasibus continentur: solus ignis a nullo continetur.

32. Secunda pars & sequitur ex prima, & iisdem rationibus evincitur. Partes enim, ut alibi probavimus, eo duriores sunt, quo minorem habent magnitudinem; cum ulteriori divisioni magis, & fortius inde resistant. Circa particularum ignis figuram non est cur immoremur: cum eam divinando potius, quam Physicis rationibus utendo dignoscere possit philosophus.

COROLLARIUM.

33. Igneae particulae, & mobilissimae sunt, & superficieculas suas habent politissimas. Rapidissime enim movet Ignis aliorum corporum partes: rapidissime

ſime igitur & ille movetur. Hujuſmodi autem motus intelligi nequit, quin particularum ſuperficies maxime poliantur; continua enim tot incurſuum repetitione angulos omnes truncari neceſſe eſt, & totam particulam circumquaque poliri.

PROPOSITIO VI.

34 *Materia ignis eſt ubique, & circumquaque diffuſa.*

Probatur. Thermometrum enim (aptiſſimum metiendo igni inſtrumentum, de quo inferius) ubique terrarum ſuas patitur variationes, aſcendente modo, deſcendente poſtea Mercurio: ubique igitur materia ignis, earum varietatum cauſa, reperitur. 2°. Lapides duo, vel duplex chalybs ſeſe mutuo percutiendo, ignem ex ſe emittunt, aut erumpere, & ſcintillare permittunt, ubicumque terrarum lapides efficiantur, aut parentur chalybes: idem in pluribus aliis corporibus deprehenditur. 3°. Omnia corpora, ubivis terrarum fiat periculum, materia electrica donantur: materia autem electrica idem eſſe videtur, ac materia ignis.

Unde inferes, & aerem, quem reſpiramus, & aquam, qua ad uſualem potum utimur, & terram cui inſiſtimus, corpora omnia, quibus circumcingimur, imo & noſmetipſos, imo & vacuum in omni tempore, & loco eſſe plurimo igne imbibita: neque aliquod inde timendum nobis eſt periculum; cum & ab aſſuetis nihil patiamur, & ſecundum eam corporum diſpoſitionem, & naturam a Deo ſimus comparati.

35 Inferes: ergo etiam intra glaciem ignis materia delitefcit, & in ſummo frigore ignis reperitur; quod eſt incredibile. Reſp. Concedo illationem; nego tamen ſummum illic adeſſe frigus, ullamque incredibilitatem. Etenim intra glaciem conſtitutum thermometrum ſuas illic patitur variationes, neque idcirco gelaſcit: adde glaciem admixto ſale frigidiorem evadere, ut facto periculo edidicit *Nollet* (*a*).

Li-

(a) *Lecons de Phyſ. l. XII. t. 4.*

Licet autem Ignis intra omnia corpora delitescat, cum illis velut intime penetratus, seu potius imbibitus; sæpissimè tamen nullum edit effectum corporibus nostris sensibilem: illius quippe actio ab excitatione dependet.

PROPOSITIO VII.

36 *Materia ignis neque ubique est æqualiter diffusa, neque in singulis corporibus in eadem copia invenitur; neque ab omnibus æqualiter, & eadem tenacitate retinetur.*

Probatur. Neque enim Chalybes, aut silices omnes diversæ æqualem ex se ignis copiam, &c scintillationes edunt, licet eodem modo percutiantur: imo fortius aliquando atterantur, quæ minorem ignis copiam habere videntur. 2. Corpora alia aliis facilius calent, ignescunt, inflammantur; alio etiam tempore, & loco idemmet corpus non æquè cito inflammatur: non leve diversæ in iis materiæ igneæ indicium. 3°. In ignem aliqua penitus, vel fere tota rediguntur; inflammari alia nequidem possunt.

37 4°. Parem ignem esse sub Zona torrida, atque sub polis ipsis; vel etiam hic apud nos noctu, atque interdiu, hyeme, atque æstate, non facile ibi homines persuadebunt. 5°. Non omnia corpora sunt æque porosa: non eadem igitur in singulis Ignis massa latere, & existere potest: 6°. Corpora etiam alia præ aliis Ignem, seu calorem diutissime retinent, prehendunt, & imbibitum servant: alia facillime patiuntur abire: priora igitur plus ignis intra se habebunt, quam secunda. 7°. In eadem etiam loci, & aeris temperie alia stomacho nocent, quia calida habentur; alia vero ob oppositam rationem innocua probantur: hoc tamen ultimum ex alio etiam capite posse repeti, non diffiteor. 8°. In eodem etiam loco non æqualiter à singulis corporibus calefimus, vel ea sint in densitate dissimilia, vel etiam similia: plerumque tamen observamus, quod si ferrum v. g. & lignum ad solem calescentia contrectemus; longe majorem in ferro, quam in ligno calorem experiamur. Hæc, & alia, quæ afferri facile pos-

possent, non levia mihi sunt ad æqualem Ignis circumquaque diffusionem negandam argumenta. Verum *Hermanus Boerhave*, & ex illo *Muschembroek*, Ignem sese per diversissima corpora in magno aliquo spatio existentia æqualiter distribui contendunt.

38 Oppones: Thermometrum in eodem loco, & tempore, si in plura successiva corpora, puta aquam, oleum, aquam vitæ intromittatur; ad eamdem in singulis altitudinem subsidet, aut elevatur: eamdem igitur in singulis Ignis actionem patitur, & vim: ubique igitur, seu in omnibus corporibus pari quantitate diffunditur Ignis: Neque alio de capite sunt corpora alia aliis calidiora, ut ajunt, seu magis inflammabilia, nisi quia in aliis, puta, in aqua igneæ particulæ arctius irretiuntur, & detinentur, ut difficilius agere possint; dum interea qui in sulphure v. g. latet ignis, laxioribus vinculis comprehensus, facilius ab iis sese exsolvit, corpusque inde magis inflammabile efficit. En argumentum, quo utitur *Boerhave*.

39 Imprimis non leve hujus argumenti pondus adversarios etiam urget: si & in aqua, & in spiritu vini, aut oleo par latet ignis, nec aliud intervenit discrimen, nisi quia arctius in primo, liberius in secundo continetur; parem ignem paribus viribus ad sese explicandum adniti opus est: quare igitur latens in oleo ignis non majoribus viribus in olei particularum nexum, debilius scilicet repagulum, agit, oleum magis calefacit, & immissum thermometrum altius elevat?

40 Respondeo: Admisso experimento, deductam inde consequentiam nego: imprimis enim ut experimentum recte capiatur, ipso fatente *Muschembroek*, debent corpora ad observationem adhibita, neque a sole, neque ab Igne, neque ab hominibus calescere, & sibi ipsis per aliquot horas permitti: unde si locus vel acti ne solis, vel excitati Ignis, vel adstantium hominum, aut brutorum respiratione foveatur, & calescat; inæqualis in corporibus deprehenditur Ignis, seu calor: id autem nobis maxime favet; ab ipso enim experimento constat, calorem, & ignem solarem, terrestrem, animalem inæqualiter

per corpora distribui: hoc unum igitur ab observatione habetur, exiguum illum, & moderatum calorem (qualem fore opus est, qui neque a sole, neque ab Igne terrestri neque ab animantibus foveatur) intra certos debilis intensitatis terminos per adhibita in experimento corpora æque distribui, quod non negamus: minime tamen ex peculiari experimento in quibusdam solum circumstantiis obtinente universalis canon inferri debet.

PROPOSITIO VIII. PROBLEMA.

41 *Estne Ignis in Terra, aut prope Terram existens corpus grave, ut cætera omnia corpora, atque Elementa?*

Hactenus de Igne elementari loquuti sumus: quæ modo tamen, vel deinceps exponemus, de Elementari, & mixto intelligi, aut quæri possunt: ut nullus igitur æquivocationi sit locus, certum mihi est, Ignem mixtum, hoc est, flammam cujuscumque corporis esse corpus grave: flamma enim, & quicumque alii Ignes mixti nihil sunt aliud, quam eorumdemmet corporum, quæ inflammantur, & ardent, heterogeneæ particulæ multiplici motu hinc inde agitatæ: cum autem omnia corpora terrestria sint gravia; eorum particulæ etiam tum, cum inflammantur, hoc est, intestinis, & pernicissimis motibus agitantur, propriam servant indolem, & gravitatem.

42 Ignis vero Elementaris, ut jam diximus, in subtilissimo fluido, aut materia ætherea, prorsus invisibili consistit, ex qua, velut à propria, & immediata causa, proveniunt accensio, inflammatio, & similia. De hoc ergo subtilissimo, & Elementari corpore fluido quæritur, habeat nec ne gravitatem, qua aliorum terrestrium corporum instar versus telluris centrum gravitet. Veteres Physici de Igne generatim disputantes omnem illi gravitatem negabant: quare *flammam* & quemcumque alium Ignem nulla gravitate præditum esse existimarunt. Recentiores aliqui Physici, inter quos potissimum locum tenet *Boerhave*, de Igne Elementari pressius loquentes, illum esse corpus grave omnino inficiantur: affirmat tamen major Physicorum recentiorum numerus, ii

oræ

præcipue, qui univerſalis gravitatis ſyſtema amplectuntur. Res mihi videtur ſatis dubia. Primo tamen duplicem diſtinguamus caſum. Vel loquimur de fluido ſubtiliſſimo diffuſo extra telluris, & aliorum planetarum atmoſphæras, vel de fluido intra tellurem, & in illius atmoſphæra exiſtente: in primo nihil video, unde abſoluta illi verſus Tellurem vindicetur gravitas: nulla experimenta, nulla ratio vim gravitandi immenſo illi, & ſubtiliſſimo fluido ineſſe evincunt, ut fuſe in loco expoſuimus: quare nullam in fluido æthere extra Planetarum, aut ſiderum atmoſphæras exiſtente gravitatem agnoſco.

43 De Igne Elementari, ſeu fluido ſubtiliſſimo in Tellure, & intra terreſtria corpora exiſtente loquitur *Boerhave*, atque alii, qui gravitatem in illo inficiantur, aut admittunt. Qui gravitatem in Igne Elementari adſtruunt, eam plurimis experimentis probant, quæ *D. Boyle*, *Homberg Lemery*, aliique inſtituerunt, atque in Regiæ academiæ actis referuntur (*a*): iis enim conſtat, corpora, dum caleſiunt, igneſcunt, inflammantur, ſeu ignem recipiunt, fieri graviora, ac proinde Ignem gravitatem corporum augere, eamque in ſe ipſo qualitatem habere. En præcipua experimenta, quæ rem videntur conficere.

44 Periculo ſæpius facto a *D. Lemery*, *Homberg*, & aliis, plurima ſunt corpora, quæ poſtquam igniuntur, majus acquirunt pondus: nam 4 Zinci libræ in calcem ope ignis terreſtris redactæ, 3 libras, & 14 uncias altiſſimæ calcis; duas deinde uncias, & duas drachmas craſſioris calcis, unam tandem terræ unciam reliquerunt: quælibet igitur uncia 2 drachmarum cum dimidia pondus accepit (*b*). Hæc in apertis vaſibus obſervata ſunt: in clauſis tamen vaſculis vitreis id etiam obtinet: 3°. Et enim ſtani raſura ad 2 uncias, drachmas 2 ſulphuris accenſi ope in calcem redacta, granorum 4 cum dimidio pondus acquirit: 4°. Solares etiam radii, puriſſimus ſcilicet Ignis, corporum pondera augent: libra enim Antimonii,

T 2 peri-

(a) *Hiſt. Acad.* 1709 *& aliis etiam in locis Boyle de ponderabilitate flammæ*.

(b) *Vide Muſcb. Elem. c.* 26.

periculo facto a *D. Du-Clos*, in fictili, & vitreato recipiente contecta, insimulque in speculi Ustorii foco per horam existens, & in cinerem conversa, decimam ponderis partem acquisivit (*a*). Parco aliis quæ videri possunt apud *Muschembroek* (*b*) & *Boyle* (*c*).

45 Verum hæc experimenta licet prima facie rem probare videantur, si recte perpendantur, nihil omnino conficiunt: Etenim iis, quæ vel in aperto aere, vel in vasibus fictilibus instituuntur, ipse etiam *Muschembroek*, eorumque authores diffidunt: cum facile aucti ponderis differentia, vel undequaque ab aere libero, vel per fictilium vasorum poros, vel ex suppositi Ignis, hoc est, imperviæ flammæ, & ardentium corporum particulis repeti possit. Illud igitur unum superest experimentum, in quo radii solares, seu purissimus Ignis corporum pondus augere videtur: verum si aucti ponderis differentia radiis solaribus referatur; eæ enascuntur consequentiæ, quæ admitti omnino, & cum phænomenis componi non possunt. Demus enim radios solares per aerem trajectos, in speculo reflexos, per vitrum recipientis transmissos, & per horam in corpus allabentes decimam libræ partem efficere, hoc est, pondus unius unciæ cum dimidia in se habere: radios per impurissimum, & profundum atmosphæræ corpus trajicientes dimidiam saltem suarum virium partem amittere: facile admittet Physicus: in reflexione etiam in speculo, in transitu per vitrum magnopere debilitari non negabitur: ponamus speculum habere diametrum unius pedis: ergo radii per spatium unius pedis supra atmosphæram intra horam transeuntes 6 fere uncias graves erunt, hoc est, pondus habebunt quadruplum unius unciæ cum dimidia: ergo lux transiens 24 horis, seu diebus singulis 9 librarum pondus habet: ergo tempore annuo, hoc est, horis 8760 transibunt 78840 libræ lucis: Quod si hoc pacto in calculum redigantur horæ a mundi origi-

(a) *Mem. Acad.* 1705 *p.* 94.
(b) *Locit cit:*
(c) *De Ponder. flammæ.*

rigine ad præsentem diem per 6 fere annorum millia elapsæ, & numerus fere incomprehensibilis spatiorum, seu superficierum pedalium, quæ superficiem magni orbis solaris, seu Terræ componunt, & per quarum singulas in annos singulos 78840 luminis libræ a sole perniciosissimè transeunt, & in regiones nescio quas, ac mundi confinia avolant; evidenter deducemus, solem jam fore dissipatum: sed hoc argumentum inferius promovebimus.

46 Facile igitur constat, nequaquam ab experimentis probari Elementaris Ignis per Terram diffusi gravitatem: stareque proinde *Boerhavii*, & aliorum Recentiorum sententia videtur: præcipuè si sequentia experimenta, & rationes attendamus.

47 Eadem massa ferrea modo frigida, postea candens, bilanci appensa, idem in utroque casu habet pondus: ut experimento sæpius repetito didicit *Boerhaave* (a): ergo materia ignis candenti ferro adhærens illius gravitatem non auget, ac proinde ignis nullum habet pondus. Hoc experimentum non levem continet difficultatem: verum, Respondent, ex instrumentorum, quæ ad pondera exploranda adhibemus, imperfectione oritur, ut minutissima ponderum discrimina dignosci nequeant; neque enim fieri hactenus ulla arte potuit, ut bilanx citra ullam axis resistentiam circa ipsum convolveretur, ut jam supra monuimus: cum igitur superadditum candenti ferro pondus sit valde exiguum; bilancis æquilibrium tollere nequit.

48 Attamen, reponitur, & lateres; & antimonium, de quibus supra, adhibito igne sensibile ponderis augmentum acquirunt, adeo ut instrumentis possit dignosci: idem igitur candenti ferro accideret; cum tamen non accidat, nullam in Igne gravitatem esse, concludere inde possumus. Resp. Alia esse corpora, quibus præ aliis materia ignis copiosius, diutius, & tenacius inhæret: hujusmodi videntur esse antimonium, lateres, & cætera in experimento adducta: quod quidem ipso experimento comprimitur. Verum hæc responsio quamdam principii

T 3 peti-

(a) *Vide* Nollet *T.* 4. 2. *p.* 162.

petitionem videtur continere: quare eidem argumento respondent. 2°. Ignem in candentis ferri poros intromissum, cum externo igne, qui circumstantia corpora pervadit, & ubique est diffusus, esse in æquilibrio: ferri igitur pondus non auget: ad eum modum, quo spongia intra aquam immersa proprium solumodo suarum partium habet pondus; dum interim universa, qua perfunditur, aqua cum externa, cui innatat spongia, habet æquilibrium. At, pergo, id etiam evenire debet in antimonio, lateribus &c. ponderis igitur augmentum in iis deprehensum ab igne non provenit. Resp. Ignem in candenti ferro inclusum, illiusque poros maxime aperientem, cum externo igne liberrimè communicare; ferri proinde pondus non augere: at copiosa ignis materia in antimonii calcinati, & in pulverem redacti sinubus ita latet, ut cum externo igne amplius non communicet: illius igitur pondus auget; æquilibrium enim cum externo igne amisit. Verum potiori jure Ignis in cineribus, seu calcinato antimonio delitescens, per innumeros poros, & canales, quibus cineres, & calx sunt undequaque perforata, cum externo igne æquilibrium servare debet. Deinde ad servandum fluidorum æquilibrium sufficit etiam angusta per exiguos canales communicatio, ut est ex Hydrostatica certum. Ex his patet, stare adhuc argumentum à relato experimento deductum. 2°. Si materia Ignis est gravis; ea corpora inflammata, quæ æqualem habent, aut habuere Ignem, aut calorem, idem habebunt ponderis incrementum: hoc tamen est falsum.

49 Contra mixti, & impuri Ignis gravitatem opponitur, quod flammæ, ex quocumque corpore exeant, sursum semper ascendunt: ergo nullam habent gravitatem. Resp. nego antecedens: candella enim intra recipientem non vacuum ardens flammam sursum emittit; aere tamen extracto, in latera dispergitur flamma; recipiente demum evacuato deorsum prolabitur, & brevissimè extinguitur candella: quod si intra aerem sursum semper ascendit; id majori circumstantis, & prementis aeris gravitati tribuendum est.

50 Hinc flammæ, & cujuscumque ignis impuri, seu mixti gravitas a nobis asserta confirmatur: etenim flamma, quamprimum à premente aere sit libera, deorsum cadit; at si esset positivè levis, sursum semper niteretur, quantumvis a nulla exteriori causa urgeretur: eo modo, quo gravia deorsum semper tendunt.

At, inquis, Ignis sursum semper tendere affectat, ad propriam scilicet sphæram supra aerem constitutam, velut in propriam sedem, & centrum. Resp. centrum Ignis supra aerem ex nullis observationibus, aut ratione probari.

51 Sed, reponis, cum supra terram aqua, supra aquam extet aer, attento scilicet gravitatis discrimine; naturali rerum systemati videtur conforme, supra aerem ipsum extare ignem aere leviorem. Resp. Arbitrarium hoc elementarium corporum systema nullo experimento, aut ratione inniti; sed purum esse humanæ mentis, & arbitrii commentum, quod si neges, sat impugnasti. Quin imo si naturalia phænomena, experimentaque attendamus; in eorum potius systema concedendum est, qui Ignem in telluris centro constituunt (*a*).

Attamen, pergis, licet ne ullum quidem Elementaris sphæræ supra aerem existentis vestigium ex oculorum judicio deprehendi possit; nequaquam per id ejusdem existentia impugnatur; nam licet in ustorii speculi foco sit verus ignis; quia tamen est purissimus ignis, oculorum aciem fugit: cum igitur defæcatissimus etiam sit Elementaris Ignis, deprehendi non poterit. Resp. Ignem Elementarem, seu materiam æthereám esse ubique diffusam; ac proinde non habet propriam sibi sedem, ac centrum supra atmosphæram terræ; cum & in Tellure, & in aere, & hinc usque ad fixas diffusa existat. Ignis vero impurus, seu mixtus v. g. flamma, cum in heterogenearum particularum quorumcumque corporum motu consistat, idem habet gravitatis centrum, atque corpora ipsa, nempe telluris centrum.

(a) *Vide Castel sur la pesanteur t. 1.*

COROLLARIUM.

52 Ex dictis igitur deducitur 1°. Ignem impurum seu mixtum, & visibilem v. g. flammam quorumcumque corporum terrestrium esse corpus grave: 2°. Ignem Elementarem, seu fluidum æthereum extra Tellurem, Planetas, Fixas diffusum nullam versus Terram habere gravitatem; eodemque jure dicendum est, in alia etiam corpora cælestia non gravitare: qui oppositum statuunt, ex posito systemate philosophantur. 3°. Ignem etiam Elementarem intra Tellurem, & illius atmosphæram existentem ex nullis observationibus probari gravem: quare probabilius etiam videtur, prædictum Ignem nulla gravitate esse præditum.

LECTIO II.

Plurimi ignis effectus & phænomena ad planiorem illius naturæ explicationem proponuntur, eorumque ratio assignatur.

53. PRimus, ac præcipuus ignis effectus & character, ex quo ipse dignoscitur, est corpora, in quæ ingreditur, aut calefacit, rarefacere, seu in majus volumen extendere: ignis enim mobilissima substantia, expansiva, elastica corporum poros ingrediens, parietes hinc inde concutit, rumpit, separat, poros ampliat, corpus distendit.

Hinc dilatantur corpora in ratione ignis ingressi; sed tamen usque ad determinatam extensionem. Ingressus scilicet ignis est unica causa rarefactionis corporum; ea tamen solummodo extenduntur, quoad eorum pori, quantum possunt, amplientur; majori dilatationi intima partim catenatio, & cohærentia resistit, non restitura, si major, quam in natura existat, ignis activitas applicaretur.

54 Hinc si aliquod esset corpus nullis foraminibus pertusum, vehementissimo licet igni applicaretur, nullam haberet rarefactionem; cum in illius massam po-

pororum defectu non penetraret ignis. Si præterea ejusmodi corporis partes ita sibi invicem adhærescerent, ut eas a se mutuo avellere ignis non posset; non solum rarefactioni resistere, sed neque ab igne posset calefieri: omnis enim calor, ut inferius tradam, in perturbato, & intestino, & vibratorio partium motu consistit; eum autem motum non haberent partes illa adhæsione præditæ.

55 Id igitur corpus in ignis alimentum cedere non posset. Nullum tamen in rebus est corpus poris non pertusum. Utrum vero aliqua sint corpora, quæ pabulum ignis esse nequeant, dubium est: affirmat *Boerhave* (*a*), negat *Nollet* (*b*). Licet enim, inquit, aliqua extent, quæ ignem nutrire non posse videantur; id tamen verum solummodo est relate ad ignem, quem agnoscimus; cujus vires augeri ita possunt, ut omnia depascant. De eo tamen loquere, ut libuerit, cum ejusmodi quæstio nullis experimentis decidi valeat.

56 Tenaci partium texturæ referendum est, quod Carbunculi per quinque dies contra ignem resistant; per 9 adamantes, ut videre est apud P. *Casati* (*c*). 2. Eidem causæ referenda est Amethisti, ceberrimi lapidis proprietas, quod scilicet in illum ignis vulgaris nullam vim habeat. Ex eo siquidem P. Schotto oculato teste referente (*d*) confectæ chordæ, & linteola incombustibilia sunt; in flammam diuturne licet immissa, puriora inde educuntur, unde quod in panno aqua, id in linteis prædicto ex lapide confectis efficit flamma.

57 Secundum. Corpora frigida igni exposita principio quidem lente, celerius deinde, celerrime postea rarefiunt; lentius deinde ad dilatationis usque terminum distenduntur. Ignis scilicet, occlusos offendens poros, modica quantitate primum, copiose deinde ingreditur; sed poris jam admodum ampliatis, eadem fere quantitate erumpit, ac ingreditur

(a) *Chemiæ P.* 2.
(b) *Lecons de Physique t.* 5.
(c) *Casati de Igne Disert.* 5.
(d) *Magia univers. parte* 2. *p.* 19. *parte* 4. *l.* 2. *p.* 118.

tur, neque magnis adeo in parietes viribus agit: tandem vero intima minutissimarum partium textura, & cohærentia actionem ignis retardat, & penitus infringit.

Porro corpora (fluida, aut firma, parum refert) neque æqualiter, neque æque cito eidem calori, aut igni exposita rarescunt; ut quotidiana loquitur experientia: quod ex pororum multiplicitate, magnitudine, discrimine, & varia diversaque cohærentia, firmitate, tenacitate, & textura repetendum est.

58 Oppones. Ferrum igne solutum in crucibulo in minus redigitur volumen, quam dum est frigore concretum. Resp. Ferrum ignescens intumescit; contrahitur, dum frigescit: sed solutum minori apparet volumine, quam concretum, ob plurimas, & insignes cavitates vacuas, quas frigescens, & concrescens adquirit, & intra se habet dispersas.

59 Oppones iterum. Aliqua sunt corpora, quæ igne potius contrahuntur, quam amplientur, ejusmodi sunt terra igne, aut calore exsiccata, ligna, frutices, & id genus alia. Resp. Ignis ea corpora rarefacit, alia tamen rarefactione, & effectu primam compensat, seu potius eludit, quod ut intelligas, nota, ignem prædictis corporibus applicatum, & ipsa corpora, & humorem in eorum poris rarefacere: humidæ partes per ignem rarefactæ, leviores que aere effectæ, à corpore avolant, magnosque in corporibus hiatus, & cavitates evacuant; in vacuas cavitates firmæ, & propriæ corporis partes rarefactæ quidem ipsæ relabuntur. Unde fit, ut firmæ, & propriæ corporis partes ampliorem occupent locum, quam antea, integrum tamen, & totale corporis volumen diminuatur, ob diminutam massam, quæ rarefacta evolavit: neque magnam hanc materiæ evaporationem rarefactio partium compensat: licet igitur in minus volumen redigatur; rarefactum tamen est corpus.

COROLLARIA, ET PHÆNOMENA.

60. *Cum igne, aut calore dilatentur corpora frigore iterum contrahenda, variusque existat pro varia i-* ... *gnis*

gnis, aut caloris activitate, rarefactionis, & contractionis gradus; recte inferes, omnia & singula corpora in telluris superficie posita (ut de his tantum loquamur) nec eumdem, neque æqualem habere contractionis, & dilatationis gradum: sed secundum varias stationes, noctem, diem, climata, & id genus alia successive, & varie semper dilatari, & contrahi: Lippis enim, ac tonsoribus notum est, non eundem modo apud nos, atque apud Indos, noctu, & diu calorem, aut frigus existere. Unde quæ modo apud nos maxima æstate rarescit aqua, aer &c. maxime in australibus regionibus frigore hyberno concretis, condensatur. Hoc de mille aliis dictum habe.

II.

61. Ut enervetur difficultas, quæ traditum modo ignis, & tradendum postea caloris, & frigoris criterium videtur impugnare, animadverte, cum thermoscopium AB (Fig. 34.) repente in liquorem valde frigidum imergitur, Mercurium primo ascendere, cum descendere debuisse videatur; ejus volumen contrahente frigore; postea demum descendit: contra vero, si fluido multum calido immergatur; primum descendit, ascensurus statim, licet a circumstante calore rarefieri debuisset, ac proinde ascendere ad majus in tubo spatium occupandum.

Sed nihil inde contra superius dicta, & inferius dicenda concluditur. Primum enim accidit, quia frigus priusquam mercurio communicetur, vitrum, non mercurium contrahit, & condensat; contracto tubo ascendit Mercurius; descendit vero illico, ac a frigore densatur. Posterioris ratio est, quia calor etiam prius vitro, quam Mercurio communicatur; ampliato igitur vitro descendit Mercurius hactenus non rarefactus; calescens postea Mercurius rarefit, & ascendit.

III.

62. Ignis metalla, ut plura alia corpora, vehementer calefaciens, ea solvit, seu fundit, ac in liquorem redigit. Particulæ enim igneæ vehementi motu agita-

ve metallorum poros ingressæ, parietes concutiunt, abradunt, dividunt; alias ab aliis avellunt partes, secum hac illac deferunt, vertiginem suam communicant; angulos conterunt, totamque massam agitant, dividunt, perturbate movent: hoc autem pacto in liquorem rediguntur corpora. Plurima tamen sunt corpora, quorum particulæ adeo tenaciter sibi invicem adhærent, ut omnem actionem communis ignis, & vires eludant; ea vero ab igne fundi nequeunt, licet maxime ignescant; funderentur vero, si vehementior adhiberetur ignis. Porro pro varia corporum tenacitate non una ad eorum fusionem activitas requiritur, ut est observatu facillimum.

IV.

63 *Ut non omnia corpora æque cito, aut æquali calore rarescunt, seu ignem recipiunt, ita neque omnia æquè cito detumescunt, & frigus, statumque pristinum recuperant. Ea citius, cæteris paribus, refrigerantur, quæ celerius etiam incaluerunt, aut inflammata fuere; ampliores enim, aut confertiores, quibus constant pori, ut ignem facilius admittunt, facilius etiam erumpere sinunt. Deinde alia sunt corpora, quæ igneas particulas tenacius implicant, irretiuntque, neque adeo faciles ad evadendum vias permittunt, quam alia. Tandem corpora vehementius calefacta calorem, cæteris paribus, facilius amittunt, quam alia modico tantum igne, aut calore ardentia; cum enim sint magis rarefacta, amplioresque habeant poros; facilius erumpit ignis.*

V.

64 *Sensibilis, ac impurus ignis in duplici potissimum videtur esse differentia: primus scilicet tenacior, & rarior dicitur flamma; alter magis compactus, carbo accensus. Primus particulas habet tenuiores, magis defæcatas, a se invicem divisas, circa centra propria mobiles, & versus omnes partes vibratas: hinc partes flammæ sunt in continuo motu, continuo abeunt, & flamma in ictu oculi extingueretur, nisi continuo in a-*

beun-

beuntium locum, aliæ subinde particulæ succederent: nutritur enim flamma, quatenus plurimæ pabuli partes sucessive calefactæ, & rarescentes per elychnium ascendunt, perturbatum, & vibratorium motum ab aliis accipiunt, aliis communicaturæ, & perenni effluxu abeunt in auras. Unde flamma c.! instantia singula variatur; cum sit perennis partium fluxus.

65 *Quod si particulæ igneæ, seu ignitæ, & crassiores ipsæ sint, & secum ipsis magis implicatæ, ut facile separari nequeant, plurimæque interim aliæ particulæ igneæ penitus solutæ rapidissime hac illac per poros circa ipsas circumducantur; carbo efficitur. Hinc carbones accensi pabulo non indigent, ut per aliquod tempus serventur; & vehementius adurunt, si cætera sint paria. Unde novo semper pabulo indiget flamma, non autem carbo.*

Aliqua observantur cuicumque flammæ communia, alia item aliquibus solummodo convenientia. Prioris generis sunt 1°. Quod flamma sursum semper ascendit: id vero nascitur a minori flammæ, quam ambientis aeris gravitate specifica: & hinc si aeris pressio deficeret; flamma non abiret, aut ascenderet: inflammati igitur corporis partes per aerem dispersæ eo usque ascendunt, quoad aerem ejusdem specificæ gravitatis offendant.

66 2°. *Flamma figuram habet plerumque conicam, basi ad terram, vertice in cælum verso: hujusce rei causa est circumambientis aeris, per quem ascendit, lateralis pressio, & plurimarum etiam particularum jactura, quam ascendendo patitur: ex primo capite aeris bullæ è vasorum fundo per aquam ascendentes, figuram etiam habent conicam, seu superius acuminatam, dividendæ scilicet, & penetrandæ aquæ aptiorem, immo, & fere necessariam: minorem enim patitur resistentiam, & prementem aquam paulatim dispellit. Fieri etiam plurimarum flammæ partium jacturam a basi sensim usque ad apicem, res est manifesta ex ipsomet calore, quem è flammæ lateribus sentimus, atque ex vi expansiva, & motu rapido particularum ascendentium.*

67 3°. *Flamma non eamdem in basi, in medio, & in apice habet intensitatem: pars calidissima est illa, quæ*

quæ prope medium maxime candida apparet, & in arcum superius convexum conformatur: hinc quo candidior fuerit ignis, seu flamma, eo erit etiam calidior, cæteris paribus, ut diversa corpora inflamata observanti perspicuum fiet: in basi partes sunt magis crassæ, & terreæ, minorique celeritate moventur, in apice vero sunt rariores: utroque de capite flammæ intensitas minuitur. Circa flammam fere semper apparet albicans quædam corona, & parva veluti atmosphæra, quæ initialem aliquando habere videtur colorem: hanc potissimum componunt particulæ humidiores, quas ignis ascendens hac illac emittit, & ejaculatur.

68 4°. *Dici posse videtur, fumum esse immediatum flammæ pabulum: extincta scilicet flamma, copiosus visitur, atque ascendit fumus; cui si flammam iterum applices, eum depascit, neque amplius apparet, quandiu durat flamma.*

5°. *Flammæ è diversis corporibus, diversoque colore præditis erumpentes, vel diversos etiam habent colores, vel varios ejusdem coloris gradus, qui inflammatorum corporum colores referunt. Propria flammæ figura esset sphærica, aliorum fluidorum instar, nisi aeris pressio illam ad figuram conicam habendam determinaret. Nullo etiam pabulo indiget flamma, seu ignis ex sua natura: indiget tamen casu, ratione scilicet loci, & circumambientis fluidi prementis: cujus actione fit, ut materia semper continuo alia post aliam abeat; novaque proinde servando igni necessaria fit, & suppeditetur.*

67 6°. *Si inflammata corpora diversos habeant colores, eamque partium texturam, ut secum ipsis non permisceantur; eorum etiam flammæ non modo diversos habebunt coloris gradus, verumetiam aliæ intra alias ardere videbuntur, quin tamen confundantur; natabitque flamma in flamma ad eum modum, quo olei guttam media in aqua supernatare observamus.*

V I.

70 *Corpora fluida magis & facilius, quam solida eodem igne rarescunt; cum enim eorum partes sint a se invi-*

invicem divisæ, & continuum habeant motum, aut maximam ad motum facilitatem; facilius ignem admittunt, ejusque actioni cedunt, quam solida. Illud insuper in liquescentibus solidis, metallis præcipue observatum est, cum ad liquorem reducuntur, vehementissimo igne aut calore adhuc non flagrare; sed eum postea recipere cum jam soluta ebulliunt. Ut enim liquescant corpora, satis est, ut crassiores eorum partes à se invicem separentur, & moveantur; vehementiori igitur igne conflagrabunt, cum post fusionem minutissimos etiam poros ignis subeat, & minutissimas particulas ad motum concitet.

VII.

71 *Corpora ignita, ut plurimum in vacuo Boyleano posita facilius, & brevius ignem amittunt, quam in aere, aliud tamen in ferro visitur. Cum enim nulla sit ad egrediendum exterior resistentia; brevius in vacuo dissipantur igneæ particulæ. Alia etiam sunt, quæ, si ignita corpora circumambiant, ignem & calorem velut retinent, & diutius conservant; alia extrahere, aut saltem eum conservare non videntur; primi generis sunt lana, pelles animalium, capilli, & mollia alia corpora: secundi vero aqua, aer, vinum, aut liquores alii; priora scilicet, utpute minus densa, minorem etiam ignem, aut calorem, seu motum in se recipiunt, quam secunda, quæ ob majorem densitatem, & aptiorem partium figurationem intestino motui sunt aptiora.*

72 *Hinc est, quod flamma quæcumque in recipiente inclusa, quamprimum aer extrahitur, extinguatur: partes enim flammæ dissipantur, neque aliæ in earum locum a corpore elevantur; cum aer, qui eas comprimendo elevat, desideretur. 2°. flamma hyberno tempore ardentior, quam æstivo deprehenditur; crassior enim circumstans aer hybernus partium dissipationem magis impedit, igneas partes arctius colligit, & collectas retinet; unde vehementior flamma.*

VIII.

73 *Ignis multipliciter producitur: primo ignis, puta, flamma ignem producit, subjectum sibi pabulum depascens, quatenus scilicet igneas partes in pabulo latentes excitat, solvit, & movet, insimulque continua particularum impulsione adjuncti corporis partes similiter concitat, eo, quem supra diximus, modo: Carceres enim rumpendo elementaris ignis erumpit, & ardenti adjungitur; partes vero corporis mixti concitando, atque motum iis vorticosum, expansivum, & vibratorium impertiendo, ignis impurus, seu mixtus generatur 2°. Percussione, ea scilicet, qua duo corpora firma, & elastica, ut duæ silices, vel chalybs, & lapis, aut alia bujusmodi sese vehementer ita percutiunt, ut igneas partes intra corpora implicatas excutiant: vel eum communicent motum vibratorium, intestinum, perturbatum, in quo ignis actionem consistere diximus.*

74 3°. *Ratione: duo scilicet corpora dura v. g. duo ligna sicca laurina, hederacea, aut similia alia quamplurima mutuo, & fortiter sese radendo, ignem excitant, scintillas emittunt, ea, quam modo diximus, ratione: hujusmodi phænomenon in curruum celeriter tractorum axibus observare quisque potest. Ignis etiam in calce viva aquæ aspersione excitatur, & incenditur; dum enim ope ardentissimi ignis lapides calcinantur; particulæ igneæ per omnes lapidum poros penetrant, eorum nexus rumpunt, novas sibi vias, poros, receptacula parant, ibique delitescunt; extracta in frigidiorem aerem calce, externoque frigore exterioribus superficiebus condensatis, occlusisque poris, tandiu latet ignis, quoad aspersa aqua poros iterum adaperiat, in cellulis sese insinuet, ruptisque carceribus violenter erumpat, ut nativam assequatur libertatem; eoque violento impetu concretum lapidem disrumpit, & in flammas abit.*

IX.

75 *Id vero est animadversione dignum, corpus scilicet in vacuo nulla hactenus arte incendi, ac inflamari po-*

potuisse; licet ustoria specula in id adhiberentur; corporaque maxime combustibilia, ut pulvis pyrius, eorum foco intra vacuum disponerentur. Deficiente scilicet aere, qui corpus comprimat, ejus partes retineat, & dissipari non permittat, non elevantur particulae; & siquae elevantur, pondere statim relabuntur & hinc inde disperguntur. Aer igitur excitando, servandoque igni necessarius est: si igitur a loco, ubi candela est, subtrabas aerem; extinguitur candela: is scilicet a flamma repulsus, minusque inde subjectum flammae ellichnium premens, olei particulas divisas, calefactas, & calore jam rarefactas lateraliter premit; particulae lateraliter pressae sursum per ellychnium, quasi per tubulorum capillarium fasciculum elevantur, & in pereuntis flammae locum succedunt: ad hujusmodi igitur elevationem necessarius est aer.

X.

76 Multiplex etiam est ignem extinguendi modus: 1°. pabuli defectu: 2°. aeris extractione, ut supra diximus: 3°. aquae, aut alterius liquoris incombustibilis aspersione: 4°. violenta, & nimia aeris pressione: 5°. per ventum violenter afflantem. Primus, & secundus extinguendi modus captu faciles sunt. Aqua aspersa ignem extinguit, quia per apertos inflammati corporis poros libere ingrediens ignearum particularum motum impedit, destruit, in sese transfert, & rarefacta in fumos abit. Attamen si ignis sit admodum vehemens; aquae injectione fit ardentior: cum enim vehementissimum particularum motum destruere satis non sit; earum dissipationem unicè impedit, quo uno vehementius ardescit ignis. Hinc fabri ferrarii ardentes carbones aqua aspergunt, ut vehementius ardeant.

77 Nimia, & violenta aeris pressione mutua ignearum particularum divisio, seu potius separatio ad motum necessaria impeditur: non data autem sese movendi libertate, nullus est ignis. Ventus tandem afflans pabuli particulas alendo igni necessarias, & jam aptas dispellit, & secum defert, unde pabuli defectu extinguitur ignis. Si tamen ignis vehementer ardeat; idque habeat pabulum, cujus partes non facile disturba-

vi, & removeri possint; vento afflante magis incenditur, & violentius ardet; fortius enim & magis rapidè moventur igneæ partes. Hinc si afflante vento fiant incendia; majori cum difficultate, & periculo extinguuntur.

78 *Ventus igitur est validissimum ignis incitamentum: unde folles à fabris ferrariis, & ab aliis adhibentur, languentes prunæ exsufflantur, ventusque incendiis periculosus. Alia etiam fluida nimium agitata, etsi sint parum densa, ignem tot nsius excitant, & augent; id visitur in æolipila* A (Fig: 10.) *vitreo scilicet piro, interius vacuo, & è capaci alvo* A *in gracile, & longum collum* B *desinente: aqua enim intra æolipilam præ calore in vaporem versa, per gracile, & angustissimum collum in frigidam aquam immissum rapide egrediens, aquam calefacit, & fervere cogit.*

79 *Quod de salamandris tradiderunt veteres, eas scilicet in ignem conjectas, illicque diutissime positas, omnem illius efficaciam eludere eique resistere ab omni periculo immunes, falsum prorsus est: licet enim aliquantulum resistant; tandem cremantur, & in ignis pabulum cedunt* (a). *Id unum, inquit Dominus* Stenon (b), *auctore* Domino Corvini *teste oculato, certum est, salamandram medio in igne duas horas citra periculum stetisse; quodam enim, quem ex sese ejiciebat, humore circumpositos carbones accensos extinguebat; iterumque subinde accensos iterum extinguebat.*

X I.

80 *Ignis vasibus aquam aut alios liquores continentibus suppositus, seu aliter applicatus fervorem in iis excitat. Hoc autem ex triplici capite: primo particulæ igneæ mobilissimæ vasis poros adaperiunt, ingrediuntur, in liquorem sese insinuant; inferioresque illius partes sursum propellunt, dum in earum locum superiores, magis condensatæ proprio pondere relabuntur, ut simili ratione ascendant.* 2. *Igneæ liquorum particulæ inferiores igne rarescentes, & leviores inde factæ, sursum ascen-*

(a) *Schotto Phys, car. papt.* 2. *p.* 70.
(b) *Journal des sçavans* 1669. 25. *Aprilis.*

ascendunt, alias inferius detrudunt. 3°. Id ipsum ex parte, aliquando saltem, efficiunt aereæ particulæ, quibus omnia fluida impregnantur.

81 *Observatione dignum est: 1°. aliqua esse metalla, quæ licet fundantur, numquam tamen fervent, quod peculiari partium texturæ referendum est; non tamen gravitati; cum mercurius iis gravior ferveat. 2°. Metalla, & alia liquescentia corpora non majorem tum habere calorem, cum ab igne funduntur, sed quando fervent. Ignis scilicet, qui ad eorum fusionem sufficit, fervori satis non est; ad primum enim sensibiliores corporis partes dissolvere, & perturbate movere sufficit; ad secundum autem minutiores etiam particulas dividere, & violentius movere opus est.*

XII.

82 *Supra diximus, terrestres ignes, flammas, carbones esse inter se viribus, intensione, activitate inæquales: quo de capite aliquæ flammæ corpora, aptum alias igni alendo pabulum, non depascunt, aut accendunt; cum agentes vires debeant esse proportionales resistentiæ; et hinc neque paleæ accensæ lignum, neque spiritus vini ellychnium incendunt; candela inversa extinguitur; viride etiam lignum debilem ignem extinguit: addendum modo, nullum terrestrem ignem, quamtumvis ardentissimum, summam habere intensionem: Longissime enim distat illius activitas ab ea intensione, quam habent radii solares in foco speculi ustorii ope collecti.*

83 *Nam in speculo ustorio, magno potissimum, & affabre polito, ut Villetianum v. g., quodcumque metallum, aut semimetallum brevissime funditur, calcinatur, in vitrum convertitur. Omnia combustibilia in ictu oculi inflammantur: saxa omnia marmor, jaspis, arena, silices liquescunt, & vitrificantur. Quin immo ipse asbestus, in terrestri igne incombustibilis, in vitrum vertitur in foco. Jaspis, silices, arena, lateres vulgares, argilla, pumex, ossa animalium, & alia plurima ejusdem, aut diversi generis posita in foco illico solvuntur, atque in vitrum convertuntur: frustum columnæ Pompejanæ Alexandrinæ intra 50'' vitrificatur: Calculus humanus 2'' calcinatur, inde in vitrum cito*

redigitur, & postea liquescit: generatim vero nullum est corpus, quod in foco non fundatur, & in cineres aut vitra non convertatur, ut data opera, & plurimis experimentis observarunt Delaguliers, Tschirnausen, Homberg, Harsoeker, Geoffroy, Muschembroek, & alii. *Illud prorsus mirabile in hujusmodi speculorum foco, radios scilicet, qui sibi invicem occurrentes, & in foco intersecantes intolerabilem illic calorem, & ignem illico efficiunt, in exigua à foco distantia, puta 4 digitorum versus speculum, si manu omnes excipiantur, modicum tantummodo calorem in ea efficere: occursus igitur, & mutua radiorum impulsio immensam illam activitatem, quæ notas naturæ leges multum excedit, efficere videtur.*

LECTIO III.

De Calore.

DEFINITIO.

84. Caloris nomine id designamus, ex quo in nobis oritur peculiaris illa sensatio, quam experimur, cum dicimus, calore æstuamus: Frigoris item nomine eam rem, qualiscumque illa sit, intelligimus, qua peculiaris in Sensorio, & inde in anima sensus efficitur, quamque peculiari vocabulo, *frigesco*, significamus. In prædicto animi sensu, & mentis idea positam esse frigoris, & caloris naturam affirmavit *Cartesius* cum discipulorum plurimis; quorum judicio calor, & frigus nihil essent in rebus, nisi homines, & animalia existerent, qui eas in se affectiones, & sensationes experirentur.

Distinguenda tamen est caloris, & frigoris sensatio, seu animi perceptio ab exteriori illo & materiali principio, & causa ejusmodi sensationis effectiva: eam vero causam, quæcumque illa sit, calorem, aut frigus appellamus, ne de vocabulo instituatur quæstio, seu potius *calorem causalem*, aut *calorem extra animam:* caloris vero sensum nuncupabimus *calorem intra animam*.

OB-

OBSERVATIO.

85. Idemmet corpus, aqua v. g. tepida eodem tempore est calida, & frigida relate ad diversos homines, immo & respectu ejusdem. Dextram intra nivem, & sinistram intra aquam calidam aliquantisper detentas, & simul eductas in eandem aquam tepidam imitte: dextra quidem calidam, frigidam sinistra deprehendes. Similiter, qui è culina, & interiori camera ab externo aere libera in aliud conclave, quod aer hyberno, aut nocturno tempore utrimque permeat, egreditur, frigidum in dicto conclavi aerem experitur, calidum autem, qui rediens ab agro sese in domum recipit. Ita in mille aliis.

COROLLARIUM.

86. Calor igitur, & frigus externa sunt quid relativum; non absolutum: cum ab actuali sensorii temperamento, & statu pendeat, ut calidum, aut frigidum vocetur corpus. Sic Lusitanum clima, & aerem incolis hyberno tempore frigidum, Germanus homo, aut alius Arctico polo vicinior, durissimo gelu, & rigidæ stationi assuetus, calidum pronunciabit, & experietur. In apposito de aqua tepida exemplo, id corpus reputatur, & est calidum respectu dexteræ; quia minorem, atque illa, habet calorem: frigidum respectu sinistræ; quia minori, quam illa, calore præditum est. Fortasse nullum est in terra corpus omni calore, aut frigore destitutum; sed de hoc iterum postea. Circa calorem tria, vel etiam quatuor distinguenda potissimum existimo: calor in anima, seu caloris sensus; calor in corpore animato, seu causa immediata caloris in anima; calor absolute in corporibus quibuscumque, quin ulla in iis consideretur relatio ad animam. De hoc igitur primum loquamur.

PROPOSITIO IX.

87. *Eadem est materia, & natura caloris, atque ignis: consequenter igitur ad ea, quæ hactenus de igne diximus, consistit calor vel in Elementaribus igneis particulis; vel in vibratorio, atque intestino insensibilium, & heterogenearum particularum corporum motu. Est dicere: Calor est ignis moderatus, & in gradu valde remisso; ignis est intensissimus calor: ab intensissimo enim igne ad remissum usque & vix sensibilem innumeri pene intercedunt intensionis gradus, quorum discrimen in majori, minorique particularum numero, magnitudine, velocitate consistit: omnia autem hæc a certo, & mediocri ad summum usque intensionis gradum ignem constituunt: Infra eum gradum sunt, & nuncupantur calor.*

88. Probatur propositio. Ignis cuicumque pabulo applicatus, calorem prius, deinde ignem in eo producit, seu prius calefacit, postea inflammat: cum igitur ignis vel in perturbato insensibilium particularum motu, vel in materia quadam simplici tenuissima; & versus omnes partes mobili consistat, nihilque aliud efficere possit, nisi similem pabuli particulis motum communicare, vel latentem intra ipsius partes primitivum ignem, simplicem scilicet materiam excitare, & se ipsam circumquaque diffundere: consequens est, ut caloris etiam natura in prædicto insensibilium particularum motu, vel in simplicis cujusdam materiæ diffusione, & motu consistat.

89. 2° Iidem pene sunt ignis, & caloris effectus, idem character & criterium; corpora enim uterque calefacit, dividit, fundit, dilatat, eorum partes a se invicem singuli avellunt, dissipant, elevant &c.: nec aliud inter eos effectus intercedit discrimen, nisi quod sensibiliores sunt in igne, quam in calore: utriusque igitur eadem est natura.

3° Ignis sese per circumposita corpora diffundendo, & debilitando fit calor: calor etiam sese insigniter augens fit ignis, ut pluribus passim exemplis constat. Ignis igitur est intensus calor, calor debi-

debilitatus ignis. Adde generale illud effatum: Non sunt multiplicandæ entitates absque necessitate.

4° Ignis est omnium terrestrium corporum calidissimus: est autem per suammet naturam calidus: perperam enim, & prorsus ridicule alius opus esset calor, ut calidus esset ignis: calor igitur ignis est ipsemmet ignis; at ejusdem prorsus sunt naturæ, & rationis ignis, ac cæterorum corporum calores, ut nemo ibit inficias.

COROLLARIUM I.

90. Duplex igitur distingui potest calor (ut de igne supra diximus), primigenius scilicet, veluti elementaris, & *actualis*, seu *sensibilis*: primus in exilissimis illis corpusculis solidissimis, maxime mobilibus consistit, in quibus elementarem ignem consistere supra diximus. Secundus in explicato hactenus insensibilium particularum motu, in quo, si vehemens sit, sensibilem ignem statuimus. Potest vero corpus primo esse præditum, quin habeat secundum: potest item habere secundum, licet primo careat. Primum visitur in aqua vitæ, seu spiritu vini in gelu verso, ut fit in regionibus maxime septemtrionalibus: in iis enim ita concretis copiosæ igneæ particulæ latent, citra ullum tamen motum, cum sint mutua partium catenatione, & plexibus impeditæ: estque id corpus calidum in potentia, seu virtualiter, ut terminis scholæ utamur. Secundum in Asbesto v.g., cinere, aut aliis ejusmodi corporibus, quæ ignem illum primitivum aut in se non continent, aut in illius alimentum cedere non possunt. Primum dicitur, & est corpus *calidum*: secundum vero *calefactum*: quod si utrumque habeat calorem, ut vinum v. g. liquidum aut tepidum: & *calidum*, & *calefactum* apellatur.

COROLLARIUM II.

91. Eodem modo efficitur, excitatur, augetur, intenditur, diminuitur, & extinguitur calor, atque ignis, servato tantumodo intensionis, seu magnitu-

dinis discrimine: eorum enim eadem est natura, idem agendi, & sese diffundendi modus. Dices: Si ita esset, omnia terrestria corpora essent alimentum, & pabulum ignis, sicut omnia caloris sunt alimentum; seu ignescerent omnia, sicut omnia calefiunt; hoc tamen est falsum. Resp. nego dictum; illud enim primum est inter calorem, & ignem discrimen: ut corpora calescant, id unum sufficit, plurimas scilicet particulas, vel ad ipsa corpora spectantes, vel intra eorum poros latentes intestino, perturbato, & vibratorio motu moveri: id autem in omnibus corporibus obtinet. Attamen ut corpora ignescant, ulterius requiritur, ut laxatis omnium, aut fere omnium sensibilium corporis particularum nexibus, ipsæ ab se invicem solutæ prædicto modo rapidissime moveantur: hoc autem non in omnibus corporibus efficere potest ignis, ob tenacissimum particularum in quibusdam corporibus nexum.

COROLLARIUM III.

92. Calor non est qualitas absoluta in sensu Peripatetico, sed est substantia materialis, corpus impenetrabile, aut substantiæ modus, & affectio: Constat ex supradictis. Si enim est idem cum igne, manifeste liquet, ejus naturam in aliquo substantiali consistere. Secundo. Ipsorum etiam Peripateticorum sententia nullus est calor sine perturbato intestino, & vibratorio insensibilium particularum motu; cum igitur præter ejusmodi motum ab adversariis admissum ad caloris effectus, & naturam explicandam aliud non sit necessarium; perperam qualitatem distinctam adstruere ulterius conantur.

93. Oppones: Si calor consisteret in perturbato, vibratorio, expansivo, & intestino minimarum particularum motu; omne fere corpus fluidum esset calidum; licet enim fluiditas prædicto in motu absolute non consistat, magna tamen fluidorum pars eum habent insensibilium particularum motum. Argumentum Cartesianis solumodo objici potest, qui fluiditatem ab intestino particularum motu, & velu-

veluti effervescentia non distinguunt. Respondeo igitur, ea fluida, quorum partes minimæ, & insensibiles prædicta ratione agitantur, esse proculdubio calida absolute, aut relative; Calor enim, & frigus, ut diximus, sunt qualitates respectivæ, relate scilicet ad sensum, & animam; motus intestinus vibratorius partium insensibilium est calor caufalis; Sed quo minor est motus, minus calidum est corpus; immo frigidum relative ad aliud magis calidum, seu cujus insensibiles particulæ prædicto motu magis moventur.

94. Quoties igitur manus, aut cujuslibet alterius organi, seu membri sanguis, spiritus vitales, & animales velocius motu intestino moveantur, quam ii liquores, quos manus ipsa tangit; relate ad manum sunt ii liquores frigidi, seu minus calidi, manus calorem imminuunt, & positive refrigerant, manus seu anima ope manus liquorem frigidum esse sentit: quod si manus alia è gelu, aut media è nive educta in eundem liquorem introducatur; sensibilem in eo calorem experietur: hujusmodi igitur liquores positivum habent calorem; nec, nisi relate ad calidiora corpora, reputantur frigidi. Equidem pisces, pluraque alia animantia intra aquam fluidam, etsi illa nobis frigidissima videatur, genialiter vivunt: vivere autem non possent, nisi plurimus ejusmodi in mediis esset calor ad animalium vitam necessarius.

95. Adde, ipsam nivem, gelu frigidissimum, & ut verbo dicam, omnia corpora, in quibus experimenta instituere licet, aliquem semper habere calorem: ab iis siquidem plurimi semper vapores erumpunt; cum & voluminis, & ponderis aliquid semper successive amittant, eodem manente frigore (a); deinde sub ipsas etiam aquas, & intra nivem arbores crescunt, quod sine calore fieri nequit: erumpere autem, nisi rarefacti, & rarefieri, nisi per calorem, non possunt vapores: cum id primus sit ignis, & caloris character. Deinde intra quæcumque corpora fluida aut firma constituatur thermometrum;

(a) *Mariotte de calido, & frigido p: 16.*

trum; suas illic variationes patitur; indubium latentis caloris indicium. At, inquis, eo dato incredibile est, marinos fluctus vehementissime non calescere; continuo enim & vehementissime in se invicem, & in rupes impacti, violentissime moventur. Respondeo, Calorem nequaquam in magna hac ingentium massarum mutua irruptione, concussione, & motu, sed in intestino solumodo, & perturbato insensibilium particularum motione consistere: potest autem stare primum, quin existat secundum.

96. Oppones iterum: eadem & ignis, & caloris, & lucis materia est: calor igitur in perturbato, & expansivo particularum motu stare nequit: probo: natura; & actio lucis in vibrationibus, & impulsionibus rectilineis consistit, juxta inferius dicenda: eadem autem materia nequit intestino perturbatoque moveri motu, insimulque rectilineis impulsionibus agitari: Respond. Nego hoc ultimum; eadem quippe materia plurimis simul motibus morem gerere potest: equidem in omnium sententia aqua vehementer fervens magno, & perturbatissimo particularum motu cietur; id tamen non prohibet, quominus aeris columnæ supra aquæ superficiem directe, & perpendiculariter impendentes, in partes fundi, quibus responden, directe, & perpendiculariter graviten, & premant; hæc autem pressio, actio, atque impulsio per easdem aquæ particulas perturbato, & intestino motu agitatas transfertur; ipsæque in fundum directe, & perpendiculariter premuntur, & impelluntur: particulæ igitur perturbato, & intestino motui obsequentes rectilineis directionibus non repugnant.

97. Oppones tertio. Ignis Elementaris, & primitivi materia neque ad primum, neque ad secundum elementum spectat. Respondeo. Nos de Cartesianorum elementorum numero natura, genesi, & divisione parum sollicitos propositam difficultatem irridere.

98. Oppones quarto. Plurimæ sunt fermentationes aliquorum liquorum permixtione factæ, in quibus notabilis est, & intestina minimarum particularum effervescentia, seu perturbatus motus; & tamen

sunt

sunt frigidæ: cum immissum in eas thermometrum descendat, & plerumque enormiter: ergo calor non consistit in perturbato, intestino, & expansivo insensibilium particularum motu. Antecedens ex plurimis experimentis constat: Primo enim si semiunciæ salis volatilis urinæ tres unci s aceti distillati affundas; Effervescentia oritur adeo frigida, ut thermoscopii intra eam mixturam immissi liquor a 44 ad 33 gradum descenderit. Secundo. Tribus olei vitrioli drachmis uncia salis volatilis urinæ infundatur, & permisceatur; in effervescentem permixtum liquorem immisso thermometro, a 60 ad 44 gradum deprimitur liquor (*a*). Plurima alia similia prætermitto, quæ videri possunt apud *Guglielminum b*), in actis academiæ Regiæ ad annum 1700., & in aliis passim.

99. Respond. Nego minorem, cujus probatio vera est, sed rem non conficit. Sunt quidem plurimæ fermentationes calidæ, eæ nimirum, in quibus oleosi liquores, aut spiritus potissimum habent locum: hæ autem, & calidæ in se sunt sensibiliter, & sensibiles etiam caloris effectus producunt: Aliæ tamen sunt, seu potius dicuntur frigidæ, eæ scilicet, in quibus sales copiosius, quam reliquæ materiæ existunt. Omnes tamen hujusmodi fermentationes sunt in se ipsis calidæ, & majorem, vel minorem habent calorem, licet in thermometris eosdem, atque frigus, effectus exhibeant; quod explicandæ jam causæ referendum est. Frigidas, quæ dicuntur, fermentationes suum habere calorem, & esse in re calidas, inde manifeste probatur, quod plurimus, copiosissimus, & calidissimus ex iis erumpat fumus, ut insigni experimento deprehendit *Muschenbroek*: duo enim thermometra adhibuit; quorum primum intra liquorum effervescentium mixtionem, secundum intra erumpentem ex ea fumum collocavit; hocque notabile discrimen animadvertit, quod prioris liquor 12 gradus descenderet; per 10 vero in

(a) *Vide Musch. Coment. in exper. Acad. de Cimento part. 2. p. 150.*

(b) *Dissert. de salibus.*

in secundo thermometro ascenderet: porro ejusmodi mixtio ex duabus solumodo salis amoniaci, & tribus olei vitrioli drachmis constabat.

100. Calidæ igitur sunt fermentationes adductæ in argumentum; nihilominus tamen thermometri liquor refrigeratur, & descendit; quia salinæ particulæ effervescentia, & calore hinc inde agitatæ a se invicem divisæ per vitri poros penetrant, contentum in eo liquorem ingrediuntur, ejus particulas solutas & mobiles hamatis uncinosis, & ramosis cuspidibus prehendunt, detinent, fixant, alias in alias contrahunt, & coarctant: imminuto igitur motu subsidunt, refrigerantur; minuitur calor, contrahitur volumen, quid tamen inde contra propositionem?

101. Attamen hujusce effectus non quasi per se, sed velut per accidens a calore efficitur; per se enim omnis calor movet, rarefacit, dissolvit; sunt tamen corpora, quorum partes ea donantur figura, textura, & ordine, ut a quibusdam caloris, aut ignis particulis, a quibus pervaduntur, detineantur, ac implicentur; ipsumque corpus coaguletur & contrahatur: hæc tamen contractio, & coagulatio non est aucti frigoris argumentum, ut visitur in ovi albumine (& aliis similibus, ut obiter hanc etiam difficultatem expediamus), quod antea liquidum, calori applicatum ipso calore concrescit, ob eandem quam modo dedimus rationem. Unde licet illa sit caloris, & ignis propria lex, ut calescentia & dilatentur,& solvantur; sua tamen legi exceptio.

102. Oppones 5. Si calor in præfato motu consistit; omnia corpora dura dissolventur, dum calescunt; neque enim fusio aliud est, nisi duræ massæ divisio, & intestinus insensibilium ejus particularum motus; at plurima sunt corpora, ut metalla v. g., quæ licet maxime calescant, & igniantur, non tamen solvuntur: Respondeo. Ignem, & calorem ad corporum fusionem te dere, non semper assequi: tenacius enim & fortius aliquando suæ ab invicem separationi resistunt particulæ, quam ut a subjecto calore possint separari: cum igitur ignescunt, non solidæ eorum partes, sed contenta in ipsorum po-

ris

ris materia vehementissime agitatur, & fortissime parietes impellit, & concutit. Immitte in frigidam aquam ferrum, aut quodcumque me allum candens: aquam illico effervescere agitari, & calefcere deprehendes; motum autem non communicat, nisi eo donetur corpus: sed tamen metalla vehementissimo calore solvuntur, ut nemo ignorat.

103. Oppones tandem. Periculo sæpius facto a Domino *Musschenbroek*, compertum est, in pluribus diversorum liquorum mixturis calorem insigniter fuisse auctum, nulla effervescentia, aut intestino motu observato: sit pro millibus unum; tribus olei vitrioli drachmis par aquæ pluviæ affusa fuit copia: Nulla autem ea in mixtione effervescentia observabatur; immersi tamen in ea thermometri liquor a 48 ad 92 gradum ascendit & similiter in aliis plurimis: ergo sine ullo motu est calor. Respondeo distinguendo: Sine ullo partium sensibilium, & quæ observari possint, motu stat calor, concedo; sine ullo partium insensibilium motu, nego. Primus, non secundus motus deprehendi sensibus potest: primum item, non secundum, in prædictis observationibus desiderari, deprehendere tantum possumus.

PROPOSITIO X.

104. *Calor in anima est quidam doloris, aut gaudii sensus, ac perceptio: causa immediata bujusce doloris, aut gaudii, seu calor in corpore est intensior, vel remissior sensitivarum nostri corporis, puta nervorum, fibrarum, musculorum motus ope spirituum animalium auctus, communicatus, & traductus; causa vero originalis bujusce motus, seu caloris in corpore, & sensus in anima sunt vel particulæ ignis Elementaris in corpus introductæ, & ad motum excitatæ, vel aliquid illius intestini, & vibratorii particularum motus, qui, si nimium intenderetur, ignem mixtum efficeret.*

Prima propositionis pars satis patet ex iis, quæ diximus, cum qualitatum perceptiones in anima, seu

seu rationem, qua anima qualitates percipiat, exposuimus (a).

105. Aliæ duæ partes ex dictis hactenus sunt prorsus manifestæ. Porro si diversos status corporis humani a summo frigore ad summum calorem, seu ignem successive, & sensim transeuntis consideremus; rem ipsam observando, vel etiam experiendo, & sentiendo confirmabimus. Corporis frigore rigentis partes prorsus hebetes, & inertes corripiuntur, amissoque motu concrescunt, & gelascunt: admoto igne, vel perfricto, concusso, agitatoque corpore primus sensim membrorum torpor minuitur, partibusque corporis paulatim excitatis, & sese movere incipientibus, gaudii in anima sensus incipit. Igne tamen vel nimium, vel diuturnius admoto, & agente, vel violenta etiam corporis agitatione, frictione, atque motu per longius, quam par est, tempus continuato, nimium etiam insensibiles nostri corporis partes agitantur, moventur, pori recluduntur, sudor erumpit, & incommodum doloris sensum in anima percipimus.

COROLLARIUM I.

106. Potest igitur corpus aliquod calidum, hoc est, cujus temperamentum est calidum, & plurimo elementari igne abundans, frigescere, & gelari, ejusmodi sunt plurima corpora, quibus in alimentum utimur, quorum quidem temperamentum est calidum, ob plurimas, quas in se continent, elementaris ignis particulas; quæ dum intra corpus irretitæ latent, a nulla externa causa excitatæ subsidunt, neque actualem ullum calorem efficiunt; illico autem, ac in stomachum mittuntur, naturali stomachi calore excitatæ magnopere calescunt; suntque proinde corporibus aliquando nociva: ex adverso autem etiam sunt plurima corpora, maxime calescentia, aut calefacta, quæ tamen naturali eorum temperamento spectato sunt frigida; licet enim ab externa causa in eum calefactionis statum adducantur,

(a) *Physica Gen. t. 1. l. 7.*, *atque etiam in Metaphys.*

tur, sibi tamen commissa in nativum frigiditatis temperamentum restituuntur.

107. Ejusmodi sunt plurima, quæ indicantur, & præscribuntur ad nimium stomachi, & corporis calorem temperandum, remedia; quæ utiliora sunt, si calefacta hauriantur: sit in exemplum aqua communis, qua utilius calida, quam si frigida sit, ad nimii caloris remedium utimur: Calore enim agitatæ illius particulæ sese invicem extricant, subtilius dividuntur, hac illac impetu propelluntur; facilius igitur in stomachum missæ sanguinis massæ immiscentur, intimas & reconditiores corporis venulas, poros, canaliculos subeunt; massam sanguinariam refrigerant; igneos spiritus toto corpore diffusos sedant, secum abripiunt, expellunt &c. De corporibus calidis, seu calore primitivo, & elementari nihil est, quod ulterius addendum censeam: de calore in secundo sensu usurpato, seu calefactione sit

COROLLARIUM II.

108. Intensitas caloris in quacumque corporis parte rationem habet compositam ex densitate, seu massa particularum intestino motu sese moventium, & rapiditate ejusdem intestini motus: Sequitur ex dictis supra, cum de igne disputavimus. In eo enim stat intensitas caloris, in quo stat quantitas motus, qui propriam caloris naturam efficit. Hinc calidius multo sentitur ferrum, quam lignum, ad solem per idem temporis spatium exposita, pro majori in ferro, quam in ligno partium moventium densitate.

PROPOSITIO XI.

109. *Calor cujuscumque corporis calidi ex natura rerum communicatur secundum ejusdem corporis massam, aut densitatem, seu in ratione massæ, si cætera sint paria.*

Probatur. Quo major est massa, seu densitas; major item est motus intestini, & perturbati, hoc est,

eſt, caloris quantitas; at quo major eſt motus quantitas, cæteris paribus, major etiam motus communicatur, ut eſt ex ſe notum. Dixi, ſi cætera ſint paria, poteſt enim aliquando rarius corpus, ob majorem illius particularum motus rapiditatem, intenſiorem communicare calorem, quam aliud denſius corpus, cujus tamen particulæ non adeo celeriter moveantur. Corporis etiam, cui communicatur calor, attendenda eſt denſitas, partium mobilitas, & diſpoſitio.

110. Ipſa etiam experientia propoſitionem demonſtrat. Ferrum enim candens ligno æquali ardentius, eique applicatum majorem illi calorem communicat, quam ferro in iiſdem circumſtantiis communicaret lignum ardentius. Similiter deperditur calor in ratione maſſæ aut denſitatis ejus corporis, cui communicatur. Sit vulgare exemplum; ſenſibilius refrigeratur manus, ſi ferrum, quam ſi lignum æqualiter frigida contingat; eatenus autem refrigeratur, quatenus calorem ſuum ammittit, & corporibus communicat; è duobus corporibus homogeneis æqualibus æque calidis ſupra alia æqualia, ſed raritate diſſimilia corpora impoſitis, illud plus caloris amittit, quod denſiori corpori imponitur. Ratione etiam eadem ſuadetur veritas; multo enim plures in ferro, quam in ligno partes tangit manus; plures igitur ad motum concitat in ferro, quam in ligno: at quo plus communicat motus, hoc eſt, caloris, minus retinet.

111. Cum duo corpora homogenea utcumque inæqualia, & inæqualiter calefacta permiſcentur; ita dividitur & ſeſe attemperat calor, ut totalis, & permixtus liquor remiſſius uno, intenſius alio liquore ſimplici caleat; corpus enim, ſeu liquor magis calefactus aliquid de ſuo calore amittit, & alteri communicat, diviſa ſcilicet caloris, aut motus differentia ſecundum rationem maſſarum, aut voluminum; ad eum modum, quo ſuperius diſſeruimus in lectionibus de motu in communi. Quæ enim ibi tradidimus, ad calorem, peculiarem motus ſpeciem, applicanda ſunt.

PRO-

PROPOSITIO XII.

112. *Calor a corpore quocumque calido hinc inde diffusus decrescit in ratione duplicata reciproca distantiarum ab ipso corpore calido, seu in ratione inversa quadratorum distantiarum a corpore.*

Probatur: Sit quodcumque corpus calefactum, calorem circumquaque diffundens: ejusmodi calor, seu motus per corpora vicina sphærice diffunditur, & communicatur: illius igitur intensitas decrescit in eadem ratione, qua augetur spatium, seu corpus sphæricum, cui communicatur; eo enim minor est, & remissior motus, quo majori corpori communicatur: at spatia hæc, seu circumferentiæ sphærice crescentes sunt inter se inverse, ut quadrata distantiarum, seu radiorum a centro (a): calores igitur in iis superficiebus, seu spatiis diffusi sunt, ut quadrata distantiarum a corpore calido inverse. Corpus calidum supponitur esse centrum, seu quasi centrum, a quo utrimque diffunditur calor.

113. Licet propositio, ejusque demonstratio absolute semper teneant, in aliquibus tamen casibus, & circumstantiis datur exceptioni locus. Primo enim ob circunstantis aeris pressionem, major caloris copia sursum, quam deorsum, aut lateraliter diffunditur; facilius enim sursum elevantur particulæ calidæ. Secundo non omnia circumstantia corpora actionem ignis, & caloris æqualiter admittunt: cum angustiores rarioresque alia præ aliis habeant poros, neque eandem, aut similem partium tenacitatem.

COROLLARIUM.

114. Duo igitur, aut plura corpora calefacta æqualia, & eadem caloris intensione prædita ad eandem, aut æqualem distantiam eundem producunt calorem. Quod si aliud sit alio intensius; intensiorem in eadem distantia calorem efficiet. Similiter quo propius ad corpus calidum accedimus; intensio-

(a) *Elem. Geom. n.*:

rem semper calorem sentimus: cujus quidem augmentum fit secundum rationem quadratorum distantiarum reciproce; da v. g. ad 4. pedum distantiam calorem, ut quatuor, esse intensum; ad distantiam 2 pedum erit calor intensus, ut 16; sunt enim distantiæ directe 4 2: earum quadrata inverse 16, 4 omnia hæc vel manifeste ex propositione deducuntur, vel ab experientia demonstrantur.

§. I.

Caloris excitatio, effectus & aliqua Phænomena.

115. *Eodem prorsus modo excitatur ignis, & calor; cum eadem utriusque sit natura; iidem etiam utriusque sunt effectus, hoc uno discrimine, quod sensibiliores in igne, quam in calore existant. Quæ igitur supra de igne retulimus, calori etiam referenda sunt: quoties igitur duo, aut plura corpora ita percutiuntur, & confricantur, ut aliquæ eorum particulæ insensibiles diversimode agitentur, separentur, perturbate moveantur; excitatur calor, seu calorem concipit corpus: eo autem erit intensior, quo plures, mobiliores, & densiores particulæ rapidius moveantur. Ubi notandum, plerumque corpora incalescere ob perturbatum earum particularum motum, quæ intra eorum poros delitescunt. Dicta modo ratione si manus frigida manum confricat, utraque incalescit: rasione enim, atque confricatione & sanguis, & spiritus animales, & proximæ ad cutem partes excutiuntur, agitantur, inter se perturbate moventur.*

116. *Quod si aliquo tandem pacto ejusmodi motus impediatur, aut perturbetur; non excitabitur calor. Si manus, inquit* Regnault (a) *jure ex contusa cæpa expresso linias; carbones accensos tractare, & ardenti, fusoque plumbo easdem diluere poteris impune. Ignem etiam manu tractant, aut in os impune immittunt, qui manum, & os prius mixtura quadam lavant, quam spiritus a Sulphure, a Sale Ammoniaco,* ab

(a) *Entret. de Physic. t. 2. Entret. 6.*

ab oleo seu essentia rosmarini, & a succo cæpæ distillati pari quantitate componunt. Quin etiam, eodem Regnault *referente* (a), *D.* Richarson *ejusdem, aut alterius similis liquoris beneficio ferrum ignitum manu, carbonem accensum lingua longo tempore servabat impune.*

I I.

117. *Calore dilatantur corpora, vapores ex se emittunt, leviora fiunt: insensibilibus enim corporis particulis hinc inde concussis, a se invicem avulsis, & ampliatis poris, eorum moles eadem manente massa crescit, leviora fiunt, partes avolant. Hinc è fervente aqua perennis fumorum copia sursum ascendit: e mari, fluviis, lacubus, paludosis locis infinita pene vaporum copia exsurgit: exsiccantur æstivo tempore paludes, dehiscunt terræ &c. animantia omnia circa se ipsa vapores semper emittunt, immo & perenni vaporum atmosphæra cinguntur; nativo enim calore circulans per arterias & venas sanguis, cæterique humores in vasibus contenti successive dilatantur; in subtilissimas, rarefactas, atque leves particulas dividuntur, & per apertos ob eundem calorem poros perenniter effluunt, & invisibilem circa corpus nubem efformant. Unde etiam est, quod copiosiores ab humano, cæterorumque animantium corpore vapores erumpant æstivo, quam hyberno tempore: quod vel ex sensibili sudore, & insuavibus plerumque quorundam corporum odoribus manifestum est; major enim æstatis calor vapores efficit copiosius erumpere.*

I I I.

118. *Ad eandem etiam causam subterraneum scilicet, & solarem calorem referendum est, quod nutritii succi a terra in arborum, & fructuum radices sese insinuans per earum venas, & a natura in id ipsum dispositos canales per truncum ascendant, in ramos, flores, folia, fructus dispertiantur; unde vel in fructus, ac florum substantiam convertuntur, vel in au-*

X 2 *ras*

(a) *ibid. ex Journal. des savans* 1680. *p.* 251.

ras per poros continua evaporatione erumpunt, vel ad terram iterum per corticis canales regrediuntur. Notabile diurnæ exhalationis exemplum in ipsis etiam oleribus & floribus videre est, qui mane quidem vegeti, cadente sole ob maximam, quam interdiu passi sunt, particularum exhalationem marcescunt, & flaccidi, corrugatique in terram convergunt.

I V.

119. *Aer quiescens, aut agitatus, & ventum efficiens in iisdem circumstantiis eundem habet calorem; neque enim aeris motus directus, & violentus, in quo ventum consistere certum est, intestinum, & perturbatum particularum motum auget, aut imminuit. Id etiam thermometri testimonio comprobatum est; vel enim sereno, & quieto aeri exponatur, vel in oscillationes agatur, aut vento follium ope, aut naturali de causa orto impellatur; eundem semper caloris, aut frigoris gradum ostendit. Quod si ventilabris ut plurimum, & vento alia quacumque ratione excitato refrigeramur; id ex eo solummodo provenit, quod agitatus aer, qui plus, quam corpus humanum, friget, cutem nostram lambens calidos sudores, halitus, & vapores e corpore perenniter erumpentes, & supra cutem, nisi alio impellantur, diffundendos, eamque calore affecturos, expellat, & secum abripiat; iis enim halitibus præcipue referendus est, quem sentimus, calor, & æstus: novus igitur semper aer frigidus succedens, & eum, quo tangimur, expellens, nos semper refrigerat. Id etiam ex eo constat, quod multoties adeo calidus exsufflat ventus, ut eum ferre ægre valeamus: Quandocumque igitur aer agitatus, aut ventus sint in se ipsis frigidi; id non directis eorum agitationibus, sed iis particulis quas secum ab humidis, aut frigidis locis afferunt, intestinoque earum particularum motui referri debet.*

V.

120. *Notabile illud est caloris phænomenum, quod insigni errori locum dedit: licet in aperto aere, eodemque loco idem sit calor ad 20, 30, 40, 50 pedes in altitudinem; intra domos & palatia pluribus contignationibus distincta magnum est diurno, nocturnoque tempore caloris, & frigoris discrimen inter superiores, inferioresque contignationes: media enim die, cælo sereno, & lucente sole infima contignatio minus calida, media calidior, suprema omnium calidissima; inversum tamen ordinem nocturno tempore servant; contignationes enim eo magis externo ambienti, calido interdiu, noctu frigido, patent, quo altiores sunt; interdiu igitur calidiores, frigidiores sunt noctu superiores contignationes, sed tamen (& hoc notabilius) infima domus contignatio non est noctu, quam interdiu calidior, (quod thermometro demonstrante patet): Licet qui sese e foro in domum, aut e superiori in inferiorem contignationem recipit, majorem illic calorem noctu, minorem interdiu experiri sibi videatur; ejusmodi enim sensus fallacia ex eo ortum ducit, quia interdiu è calidiore in minus calidum, noctu autem è minus calido in magis calidum locum sese recipit; idem igitur evenit, ac si manum dextram è frigida in tepidam, sinistram è calidissima in eandem tepidam aquam immitteres.*

121. *Eodem modo explicatur vulgare illud, & simile phænomenum, quod* Antiperistasim *dicebant antiqui; in subterraneis scilicet locis, specubus, cavernis intensiorem noctu, quam interdiu, hyberno, quam æstivo tempore esse calorem: hoc vero ex ipsiusmet sensus testimonio conficiebant; majorem enim proculdubio calorem hyberno, quam æstivo tempore experiuntur, qui ab aperto aere in speluncas ingrediuntur; quasi scilicet dicebant, calor ad hyberni rigidiorisque frigoris velut ad infensissimi hostis conspectum perterrefactus, & manus conserere impar in fugam versus sese in speluncas, velut in securissimum munimentum, atque asylum reciperet; tandiuque illic delitesceret, quoad æstivo tempore appellente novus calor victo suppetias afferret.*

vet. Festivam potius hanc, quam philosophicam ideam thermometrum ipsum falsitatis arguit. Idcirco autem calorem hyeme, frigiditatem æstate subterraneis in locis sentimus, cum in illa scilicet ab aperto aere concedimus; quia hyberno tempore e frigidiori, æstate vero e calidiori aere, & loco demigramus. Da enim, currente hyeme eundem casu aliquo esse in atmosphæra calorem, atque in æstate: idem procul dubio frigus in cavernis eo tempore deprehendes, atque si per æstatem in subterranea ea loca te recipias.

VI.

122. *Aqua in vase contenta cum fervet (in iisdem tamen circumstantiis ob inferius dicenda), eundem semper habet calorem, licet ad majorem, aut minorem, ad intensiorem, aut remissiorem applicetur ignem* (a); *ignis enim vel mediocriter intensus aquam ita agitat, dividit, impellit, movet, viamque sibi intra illam ita aperit, ut, major licet & intensior applicetur ignis aut calor, omnes tamen illius particulæ per apertos jam canales facile erumpant, quin novas sibi vias facere, novumque motum imprimere sit opus: vide, quæ dicimus, cum de aqua disserimus.*

123. *Vasis ipsius supra ignem impositi, & aqua repleti fundus diversimode afficitur: aqua enim ad ebullitionem usque calescente, magis calescit fundus, quam postquam ferveat: extracto deinde ab igne vase, cum primus fervor cessat, magis iterum calescit fundus, quam dum ferveret aqua: Hujusce phænomeni ratio est; quia igneæ particulæ, quamdiu aqua non fervet, in fundum potissimum agunt, adnituntur, inhærent: illius scilicet poros ingressæ, & aquam impellentes, ab illa adhuc inerti, immobili, porisque etiam occlusis in fundum iterum retunduntur, eumque vehementius agitant: fervente aqua, apertisque jam, & in fundo, & per aquam poris, facilius per eam penetrant, ab eaque erumpunt, ad fundum non reversuræ: quamprimum deinde cesset fervor, perturbata iterum pororum, & viarum dispositione, ad fundum iterum retunduntur, eumque fortiter iterum exagitant, utrimque concutiunt, & ardentiori afficiunt calore.*

LE-

LECTIO IV.

De Frigore.

124 FRigus opposita colori qualitas, vel est absolutum, vel relativum, seu minor calor; utramque sensuum ministerio, & ex pluribus etiam effectibus agnoscimus. Veteres Peripatetici absolutam qualitatem ab omni substantia distinctam frigus esse adstruunt. Sunt inter Recentiores, qui cum *Leucippo*, *Democrito*, *Epicuro* frigus in quibusdam atomis, seu particulis salinis, quarum figura acuminosa, prysmatica, tetraedica, pyramidalis, consistere autumant, & propugnant. *Cartesius* tamen, Cartesiani, & plures deinde nulli systemati addicti, eam qualitatem calori oppositam per insensibilium partium quietem, ut calorem per intestinum earumdemmet partium motum explicant.

PROPOSITIO XIII.

125 *Frigus proprie acceptum non consistit in peculiaribus spiritibus atomis, aut particulis hamatis, uncinosis, pyramidalibus, ramosis, prysmaticis, quales sunt particulae salium elementarium, nitri, & similium.*

Probatur primo: Frigus est qualitas, seu corporum status directe calori oppositus: at nullam cum calore oppositionem habent particulae nitrosae, & salinae. *Secundo*. Ejusmodi particulae si motu intestino, expansivo, & perturbato moveantur, calidissimae esse possunt; immo calorem constituunt; ut ex supradictis patet: at dici nequit, meo saltem judicio, calorem in frigore consistere: aut frigus esse calidum; potest corpus plurimo nitro, & salibus abundare, & tamen esse calidissimum. *Tertio*. Praedictis particulis, & atomis opus non est, ut frigidorum corporum effectus, phaenomena, ipsiusque frigoris natura explicetur: aliunde nullum est fundamentum, ut frigus per ejusmodi particulas explice-

tur. Hæc propositio ex sequenti luculentissime etiam confirmatur.

PROPOSITIO XIV.

126 *Frigus verum, & proprium, ut est extra animam, & ab illius passionibus, seu sensatione distinctum, nihil est aliud, quam insensibilium particularum quies, & internæ agitationis ipsarummet particularum v. g. nivis, aut etiam nostrorum corporum defectus, & aliqualis conglaciatio.*

Probatur: Per id enim præcise intelliguntur, & explicantur omnia frigoris phænomena. *Secundo*. Frigus est corporum status calori directe oppositus: cum igitur calor in perturbato, & intestino insensibilium particularum motu consistat; nihilque sit motui magis oppositum, quam illius defectus, seu earundemmet particularum quies; in ea quiete statui debet frigus. *Tertio*. Corpus per hoc præcise frigescit, quod calorem præcise amittat, ut ipsa experientia edocemur: calorem autem amittere est intestinum, & perturbatum insensibilium particularum motum deperdere: ejusmodi igitur motus amissio, seu quies frigus constituit.

127 *Quarto*. Da corpus, quod nullas habeat particulas nitrosas, aut salinas (plurima hujusmodi reperiuntur): quis ibit inficias, posse id corpus frigescere, immo de facto frigore rigere, si nulla insensibilium partium agitatione perturbetur? Ergo independenter à salinis, & nitrosis particulis stat frigus. *Quinto*. Da, ut plerumque fit, eos sales & nitrum intestine, perturbate, & rapidissime moveri; habemus corpus calidissimum, ut ex supradictis constat: habebimus igitur frigus, seu frigidum calidissimum: id autem credat Judæus apella. Id ego nequaquam inficiar, prædictas nitri, & salium particulas angulares, pyramidales, ramosas, hamatas in causa frequenter esse, ut inducatur frigus, quatenus scilicet calidi corporis particulas implicant, implexas detinent, sistunt, & earum quietem, hoc est, frigus efficiunt; dummodo tamen id ratum sit, frigus in præcisa particularum quiete, undecumque ea

ea proveniat, consistere; fit enim plerumque; ut citra ullum nitrosæ aut salinæ materiæ plexu calidi corporis partes sensim subsidant, motum amittant, frigescant. Hæc autem quies non est dicenda mera privatio; esse enim aliquid positivum, supra evicimus, eum de virtute inertiæ sermo fuit.

128 Dicendum igitur est, nitrosos spiritus, & salinas particulas, quamvis frigoris naturam non constituant, cum calidissimæ ipsæ etiam existant aliquando; frigus tamen, plurimosque illius effectus multoties efficere. Interdum etiam concretio, seu congelatio indubius frigoris effectus, a calore ipso, seu calidis particulis originem suam ducit, ut supra explicavimus.

129 Hic tamen, ut sæpe alias, iterum est distinguendum frigus intra animam à frigore extra animam: ponamus ex. gr. corpus nostrum nocte hyberna aperto aeri expositum esse, sensimque, ut fit, & paulatim rigere: quid in corporibus externis, & circumambiente aere; quid in nostromet corpore; quid in anima fit? Deficiente igne elementari, & mixto, qui sunt & motus, & motuum causa, deficiente etiam calore sensibili, qui est modica ignis elementaris, & mixti quantitas, & modici etiam intestini motus causa, circumpositorum corporum partes motum amittunt; aliæ supra alias subsidunt; secum ipsis ob peculiares figuras implicantur; à particulis salinis irretiuntur, fixantur, pori constringuntur; volumen corporis minuitur, illiusque partes magis vel minus prehensæ, & irretitæ, magis, vel minus etiam gelascunt: aer circumstans maxima volatilium salium, nitri vero potissimum, particularum vi abundat, & impregnatur, easdemque particulas tamquam comune vehiculum circumpositis corporibus comunicat. Hoc illud est, quod frigescentibus corporibus accidit; & quod vocamus frigus in corporibus inanimatis, seu extra animam; idque ipsum vocari potest peculiaris corporum status: In hoc vero duo distinguenda sunt, quies nimirum, & implicatio particularum corporis: & hujusce quietis, aut implicationis, conglaciationisque causa: secundum hoc in defectu ignis, aut caloris, & in particulis ipsis salinis

linis consistit, atque frigoris causa existit: primum illud, hujusce causæ effectum, vocamus *frigus verum*, & proprium.

130 Particulæ insuper nostri corporis ob easdem causas quiescunt, irretiuntur, & conglaciari incipiunt: id ipsum est frigus in corpore, seu causa immediata sensus frigoris in anima: conglaciatis corporis partibus, puta nervis, fibris, nascitur in anima dolor, seu incomodus quidam sensus, & perceptio, quam *frigus* in anima nuncupamus. Posita vero partium corporis aliquali conglaciatione, facile concipies, quo pacto enascatur animæ dolor; si animadvertas, eo in statu impeditum ex parte esse spirituum animalium motum; animæ & corporis commercium difficilius stare, nervos, & fibras flexibilitatem amittere, fieri ad motum ineptas, positaque conglaciatione partium, facile in partibus ipsis minimis fractiones quasdam accidere, doloris citra dubium causas.

131 Oppones: Insensibilium partium quies est frigoris effectus; quærimus autem quid sit frigus, non quales illius effectus existant: Respondeo Negando dictum juxta datam modo expositionem. Dices; Est aliquid physicum, & reale illud, cujus effectus sunt etiam physici, & reales; at frigoris effectus sunt reales & physici: ergo & frigus; sed insensibilium partium quies est aliquid pure negativum: ergo non est frigus Resp. Particularum quietem inductam, & conservatam per vim inertiæ & spiritus etiam nitrosos, ac alinos non esse aliquid mere negativum, sed reale & positivum, à quo reales, & physici effectus produci possunt.

132 Etsi tamen hujusce insensibilium partium quietis causam in virtute inertiæ, aut spiritibus nitrosis constituamus; ea tamen causa non inde dici debet frigus, aut frigoris effectus imediate producere; quemadmodum etiam vis ea, qua insensibiles corporis partes ad motum concitantur, & moventur, neque est calor, sed caloris causa, neque caloris effectus producit.

Igitur quod plurima corpora deficiente calore indurentur, rigescant, fiant consistentia, id non inte-

stini

ftini motus negationi præcise est tribuendum, sed partium quieti per inertiam conservatæ; peculiari particularis corporis figuræ, formis, & commissuris, particulis denique nitrosis, ac salinis.

133 Oppones: Dum congelatur aqua, ac proinde frigescit, majus acquirit volumen: hoc per particularum quietem fieri nequit; sed per intromissos in aquam nitrosos, & salinos spiritus. Respondeo. Intumescere, seu augeri concrescentis aquæ volumen ob plurimas aeris bullas, quæ in frigescente aqua compinguntur, & remanent, ut superius diximus: At, inquis, Plurimæ è glacie evaporationes, & halitus erumpunt, quos, cum fluidi sint, perturbate moveri necesse est; ergo internæ glaciei partes etiam cientur motu: est tamen glacies frigida; ergo frigus cum insensibilium particularum motu cohæret. Respondeo. Aliquem intestinum motum in aliquibus glaciei partibus, aliquemque proinde calorem existere, superius demonstravimus; major tamen glaciei pars quiescit, & friget. Deinde frigore relativo donatur glacies, quod per majorem, minoremve motum explicatur, ac proinde cum calore etiam componitur.

134 Oppones: Cum frigescens aqua congelatur; tanta vi intumescit, & dilatari nititur, ut nisi id libere possit efficere, fortissima etiam vasa dilatationem impedientia disrumpantur, & in frusta dissiliant: Unde autem ejusmodi aquæ vis provenit? Eam esse aquæ ingenitam opus esse videtur, nec nisi a calore impediri: calescens enim aqua dissolvitur: dissoluta ea virtute destituitur; ex alia tamen parte qui fieri, intelligive potest, quomodo calor, hoc est, intestinus particularum motus, eam vim destruere valeat? Fatendum igitur est, eam vim nullatenus esse aquæ ingenitam, neque a frigore induci, aut à calore impediri posse; sed nitrosis spiritibus referenda est, in iisque frigoris natura constituenda. Respondeo. Neque etiam intelligi, aut explicari potest, quomodo spiritus nitrosi, & salini in aquam ingredientes enormem adeo vim, & sese dilatandi conatum aquæ impertiant. Aqua etiam plurimo nitro,

&

& salinis spiritibus impraegnata calefieri potest, fervere, eamque vim omnem deperdere; ea quippe, dum fluida est, privatur: ab ejusmodi igitur spiritibus notabilis illa vis, & phaenomenon provenire nequit: Id igitur unum superest, ut ejusmodi effectus & bullarum aeris elaterio, & partium figurae, rigiditati, duritiei, firmitati tribuatur. Equidem aqua aere expurgata concrescens, neque dilatatur neque vasa distringit (a).

135 Oppones experimentum celeberrimum Florentiae saepius pari semper successu repetitum. Quemadmodum calor in speculo receptus, & ad illius focum reflexus thermometri in foco dispositi liquorem rarefacit, & calefacit; ita si flammae loco ponatur glacies, aut nix, thermometri in foco existentis liquor frigescit, condensatur, & descendit: sicut igitur primum fit per ignearum particularum à speculo ad focum reflexarum emissionem, ita etiam secundum per particulas frigorificas, hoc est, nitrosas, & salinas peragitur: ergo frigus in peculiari substantia consistit. Respondeo: Ipsorummet Florentinorum confessione nihil indubitati ex ejusmodi experimento adversus nostram sententiam concluditur; neque enim certo constat, à spiritibus nitrosis in speculo reflexis condensari liquorem. Deinde id unum ab experimento deducitur; nitrosas, & salinas particulas frigus, hoc est, particularum quietem efficere frigus tamen non esse.

COROLLARIUM.

136 Frigus non est qualitas aliqua absoluta in sensu Peripatetico ab omni substantia distincta, sed est ipsius substantiae modus, & affectio. Neque est cur in ea veritate elucidanda, aut enodandis, quae apponi possunt, argumentis diutius immoremur: cum ex supradictis abunde solvantur.

CO-

(a) *Regnault. t. 4. Entret. 6.*

COROLLARIUM II.

137 Frigus absolutum est totalis privatio caloris in corpore, atque carentia intestini, & perturbati particularum motus, earumque particularum quies, & implicatio: Frigus relativum est calor minus intensus, seu minor motus quantitas. Unde e duobus corporibus æque densis illud est magis frigidum, cujus particulæ vel tardius, vel minori numero (celeritate haud compensante numerum) moventur. Si corpora sint ejusdem densitatis, paremque habeant in insensibilibus partibus motum; id etiam, quod densius est, majus habet frigus, ut ipsa nos docet experientia; si enim manum ligno, & ferro eodem tempore imponas; longe majus in ferro, quam in ligno frigus deprehendes.

COROLLARIUM III.

138 Corpora plurima arte frigent, quæ, spectata eorum indole, sunt calida; aliqua ex adverso calent, quæ ex sua peculiari natura, seu partium constitutione, & figura sunt frigida. Primi generis ea sunt, quæ vel plurimas primigenii, & elementaris caloris particulas intra sese continent, implexas tamen, & motu destitutas; vel iis constant particulis, quæ ob soliditatem, figuram, texturam sunt facile mobiles; sed à ramosis quibusdam spiritibus extrinsecus advenientibus implicantur, & ad motum impediuntur. Hujusmodi sunt plurima, quibus utimur, alimenta.

139 Ad secundum genus ea spectant, quorum insensibiles particulæ, & elementa ob figuram ramosam, angularem, tortuosam, scabram sunt ad motum inepta, & facillime ad quietem red cuntur: vel etiam ea, quæ plurimo nitro, & sale abundant: duplex enim hic corporum ordo, dum violenter ab externa causa ad intestinum motum concitatur, calent; sed ea causa amota, si libere sibi permittantur, motu intestino in alia corpora translato, frigescunt; cum ad quietem, vel minorem motum eorum partes reducantur.

Aliqua

§.

Aliqua frigoris Phænomena, Causa, & Proprietates; aliqua ulterius argumenta.

I.

140 *Præcipuæ frigoris proprietates numerantur quatuor, ad frigidorum corporum contactum frigoris sensationem in nobis experimur, minuitur corporum motus, eorumque partes condensantur; neque facile dissipantur, aut in vapores abeunt; ipsa etiam corpora frigore durescunt. Primum fit, quia frigidi corporis, manui v. gr. calidæ applicati, partes intestinum manus nostræ partium motum sistunt, aut imminuunt, & in sese recipiunt: anima igitur imminutum in manibus motum, & calorem percipiens frigoris sensationem experitur.*

141 *Secundum: Calescentis corporis pori ab ingrediente calore ampliantur: illius etiam particulæ a se mutuo ob intestinum motum dissociatæ & vertigine revolutæ, se invicem angulis, & cuspidibus impetunt, expellunt, separant, ut est ex se notum: ignis externi ingressu, & intestino motu cessante, pori restringuntur, particulæ etiam congruentibus faciecülis, & sibi invicem apposita subsidunt; corpusque ad minorem molem reducitur.*

142 *Tertium, & Quartum pari ratione fiunt, & explicantur: cum enim partes subsidentes secum ipsis implicentur; longe difficilius evolare possunt, cum & minus patentes sint pori, & aliæ ab aliis detineantur. Ex eadem etiam subsidentium particularum catenatione, & mutua adhæsione corporum firmitas, & durities oriuntur, ut suis in locis explicavimus.*

PHÆNOMENON II.

143 *Hine frigore conservantur corpora à corruptione, & putredine immunia, puta carnes, pisces, olera, arborum fructus, & id genus alia, quæ difficilius æstate, quam hyeme, calidiori, quam frigidiori climate*

mate à putredine servantur immunia, ut quotidiana nos docet experientia. Loca scilicet sunt, ut apud nos Brigantium, ubi durissimum per hyemem sentitur frigus, in quibus porcinæ, aliæque carnes nullo sale adbibito per plurimos dies, & menses in cellis penuariis servantur: me etiam legisse memini apud varios scriptores (apud quos sit fides), plurimorum locorum septentrionalium incolas, insularum v. g. Scotiæ à septentrione adjacentium habitatores, posteros suos vita functos intra tellurem nequaquam sepelire; sed eos deserto quodam & sacro genti secessu secundum familiarum, & consanguinitatis ordinem seriatim disponunt, atque anniversaria quadam die religiose invisunt, piisque lacrymis parentant. Aliquid etiam simile de Mexicanis principibus, dum Mexicanum stetit imperium, Hispani scriptores (a); de Ægiptiis Regibus alii referunt.

144 *Horum autem ratio est: quia frigore circa se ipsos addensata retinentur partes; omnis fermentatio impeditur; innumera, quibus omnia sensibilia corpora abundant, insensibilium animalculorum ova intra minima receptacula catenata fiunt sterilia; cum calore ad fermentationem, & incubationem necessario priventur; nulla igitur animalcula generantur, in quorum generatione corporum corruptio, & putredo consistit; integra proinde corpora, nulli corruptioni obnoxia servantur. Ex adverso autem calore dilatantur pori, solvuntur partes, ova libertatem nacta paulatim fermentantur, foventur, & incubantur; innumera nascuntur animalcula; corpus corrumpitur. Id autem eo facilius fit, quo major extiterit calor: mirum proinde non est, si alicubi tres, aliis in locis quatuor, in aliis quinque dies effluere opus sit, ut carnes sale non conditæ putrescant. In his tamen ad variam ipsarum carnium, fructuumque structuram attendere necesse est.*

PHÆNOMENON III.

145 *Æstivo tempore calidioribus climatibus ope salis com-*

(a) *Acosta Hist. delas Indias.*

communis carnes & quamplutima alia a corruptione servantur immunia: particulæ enim salinæ angulosæ, cuspidales, acutæ, ramosæ per carnium poros ingressæ parietes hinc inde arctis vinculis tenent, prehendunt, secum ipsis committunt, implicant, motum sistunt, ad quietem reducunt; fermentationem proinde impediunt, & a corruptione inde servant imunia. Eo igitur copiosiorem salem adhiberi oportet, quo major fuerit caloris intensitas, aut climatis ardor. Humiditas etiam in causa est, ut carnes, pisces, & id genus alia putrescant: humiditate enim sales solvuntur, intimaque partes ab iis vinculis liberæ fermentationi, & corruptioni dant locum.

PHÆNOMENON IV.

146 *Hinc prima, & præcipua frigoris causa sunt spiritus salini, & nitrosi: eorum enim ope frigescunt corpora, & liquores præterea in glaciem vertuntur. Equidem si intra aquam calidam, tepidam, aut temperatam salem communem, amoniacum, nitrum, & vitriolum solvamus; aquam statim frigescere deprehendimus. Ipsimet spiritus, & sales liquoribus immissi eos in glaciem vertunt. Ea item loca sunt præ aliis frigidiora, quæ copiosiori nitro abundant. Nitrosæ scilicet particulæ hamatæ, uncinosæ, & ramosæ minutissimas aquæ, aut liquoris cujuscumque partes motu intestino agitatas detinent, & catenant: intestinum proinde earum motum perturbant, & minuunt, easque ad quietem reducunt, hoc est, calorem destruunt, frigus efficiunt.*

Et hinc est, quod ii venti, qui ab altissimis montibus nive coopertis, & ab iis, qui plurimo abundant nitro, spirant, frigidissimi sint.

PHÆNOMENON V.

147 *Aquæ frigidæ, aut tepidæ balneo immoderatus corporis calor imminuitur, & ad justam adducitur temperiem; & inde est, quod homines ratione ipsa, longissimique temporis experientia edocti, ad recuperandam, vel servandam valetudinem balneorum usum adhibent*

bibent

bibent. Si enim aqua sit corpore calidior, cujus poros recludit, & dilatat; per eos eo pacto apertos plures e corpore erumpunt spiritus, immoderati caloris principium, aut pabulum; & nitrosi etiam balnei spiritus ingrediuntur, qui perturbatum animalium spirituum motum, seu calorem attemperant. Quod si aqua sit corpore frigidior; massa sanguinis, spiritus animales, & vitales majori, quam aqua partes, motu agitatæ, hujusce motus partem in aquam transferunt, de suo amittunt, temperatiorique proinde calore gaudet corpus.

PHÆNOMENON VI.

148 *Summa hyeme, in qua durissima sint frigora, labia, manus, aures, & alia humani corporis extremitates ambienti aeri exposita frigore dehiscunt, & per multiplices hiatus fatiscunt: quod contra frigoris naturam esse videtur: eo enim potius contrahuntur, quam dilatantur corpora. Frigore quidem primo constringitur cutis, auriumque, manuum, & labiorum extremitates, atque superficies; subterfluentis sanguinis, & spirituum impeditur cursus: hujusmodi humores a libera circulatione impediti, & detenti fermentantur, fermentatione putrescunt: inclusæ in illis aeris particulæ amissam libertatem recuperant, in majores moleculas conflantur, & elaterii viribus, atque sese dilatandi conatu fibras rumpunt, cutem dehiscere cogunt, ut majorem in libertatem restituantur. Eadem de causa arbores, & frutices nimio frigore in extremitatibus concretæ in plures subinde, & prægrandes rimas fatiscunt: vehementi enim frigore nimium constringuntur arborum extremitates, & cortices; unde inclusæ aeris particulæ nimium compressæ fortiorem acquirunt elasticitatem, qua amplas sibi ad egrediendum faciunt vias, extremas scilicet arboris partes, & corticem hac illac rumpendo, separando, dividendo.*

149 *Hic tamen in curiosorum gratiam, & utilitatem omittendum non est comuni in septentrionalibus regionibus malo præsens remedium, licet paradoxum videatur. In hisce enim regionibus frequentissimum est,*

extremos minuum digitorum articulos, brachia interdum integra, na es, aures ob nimium frigus congelari, & à reliquo corpore non citra vitæ aliquando periculum avelli, ac sep rari: comuni malo remedium est, concretas frigore partes intra frigidissimam aquam mittere, aut nive cooperire: eo scilicet pacto sanguinis, spirituumque animalium solvitur gelu, redintegrataque humorum circulatione ad functiones animales obeundas intermortua jam membra apta iterum evadunt. Paradoxi remedii causa, & virtus ea esse videtur; quia nitrosi spiritus, quorum ope, & plexu sanguis, atque humores modo supra explicato concreverant, ab aqua, & nive imbibuntur, & solvuntur, neque amplius naturales ad circulandum vias sanguini occludunt.

PHÆNOMENON VII.

150 *Olera, arborum flores, & teneri fructus, vinearum palmites, parvi, tenerique racemi, & id genus alia magno ingruente frigore marcescunt, & quasi ab igne corriperentur, aduruntur. Intenso enim frigore rigescunt, & gelascunt teneræ fibræ; frigore correptæ intercurrentes succos detinent, & in glaciem item vertunt: intenso postea, & repentino succedente calore, interclusus parvis in cellulis aer rarescit; liquescunt, & rarefiunt etiam succi cellularumque parietes, teneras scilicet fibrillas, & minutissimos canales diffingunt: canalibus autem contortis, & disruptis, fibrillisque dissectis, continua succorum attractio, & circulatio, atque nutritio impeditur: marcescere igitur flores, contrahi, rarescere necesse est. Ejusmodi igitur effectus intenso calori ad magnum frigus supervenienti tribui potius debet, quam frigori: si enim intensum frigus moderatus calor excipiat, ut liquescens paulatim succus occlusos canales lente recludat; nihil mali timendum est; soluto enim paulatim gelu, revirescunt iterum flores.*

151 *Contra hactenus dicta ulterius Oppones: Ventus à septentrionali regione spirans in tota Lusitania, & aliis passim regnis, & provinciis est maxime violentus, magnoque cietur motu, & aerem secum rapit; est*

est tamen maxime frigidus: frigus igitur stare potest cum violento partium motu, ac proinde in particularum quiete non consistit. Respondeo, Distinguendo minorem: magno cietur motu directo, quo scilicet ab uno ad alium locum dissitum transferatur & aerem transferat, concedo: magno cietur motu intestino, & perturbato, quo scilicet insensibiles particulæ aliæ in alias incurrant, & sese versus omnes partes impellant, nego: in secundo autem, non in primo motu frigus consistere diximus, & probavimus. Adde, quod ventus ab arctico spirans parvas secum glaciei particulas affert, quibus etiam frigoris intensitatem in sese auget.

152 *Secundo Oppones: Frigus corpora potius dilatat, quam in minorem contrahat molem: at si in partium quiete consisteret, contrarium potius eveniret. Probo antecedens: Periculo sæpius facto a Domino* Hughens, Mariotte *(a), & à plurimis Regiæ Academiæ sociis (b) tubi ferrei, aut ænei quatuor lineis crassi hermetice utrimque clausi, aqua pleni, vehementi frigori expositi magno cum strepitu sunt disrupti, notabili aperta fissura; quod interiori aquæ ob nimiam frigoris activitatem, dum in glaciem verteretur, dilatatæ tribuendum est. Hoc argumentum idem fere est, atque aliud, quod paulo ante exposuimus; quare simili ratione est solvendum.*

153 *Respondeo: Hujusce phænomenon non frigoris, aut aquæ, sed latentis intra aquam aeris effectum esse: primo enim si in aqua ab aere expurgata periculum fiat, neque tubi, aut cætera vasa hermetice clausa diffinduntur, neque aqua in glaciem concrescens in majus distenditur volumen. Intra aquam usualem innumeræ pene & insensibiles aeris bullæ delitescunt: ejusmodi bullæ nimium compressæ, à subsidentibus aquæ (dum in glaciem vertitur) particulis magna ex parte liberæ, aliæ ad alias confluunt, & sensibilis, majorisque voluminis bullas efficiunt, ut facile est in aqua in glaciem versa observare: insensibiles hujusmodi particulæ dum in eundem confluunt locum, & arcte utrimque comprimuntur, ea elaterii virtute donantur, qua ob-*

 je-

(a) *Mariotte ae nat. aeris p.* 135.
(b) *Hist. de l'Acad.* 1667. *p.* 15.

jectos tuborum parietes, velut carcerem diffringant, ut majorem & libertatem, & extensionem acquirant.

154 Exposita causa referendum est, quod aqua concreta majus semper occupet spatium, quam si iterum solvatur, ut videre est in phiala in longum collum desinente, si aqua ad notatam in collo altitudinem impleatur; postea vero vehementi aeris frigori exposita in glaciem vertatur. Hinc glacies ex aqua non expurgata concrescens est aqua ipsa levior; si ab aqua ab aere expurgata efformetur; erit gravior quam aqua; cum ad minus volumen extendatur; sitque proinde densior. Porro eam aliquando elaterii activitatem sortiuntur latentes in glacie aeris bullæ, ut vel durissima vasa diffringant.

155 Tertio Oppones: Calor interdum producit frigus; at intestinus partium motus nequit quietem producere: Probo antecedens: Intra stagnantem aquam frigidam vitreum vas frigida etiam aqua plenum immitte, & intra vas thermometrum, aptum scilicet ad explorandum frigus instrumentum: cum ad frigoris gradum circumfusæ aquæ proportionatum liquor in thermometro subsederit, accensos carbones intra stagnantem aquam conjice: liquorem in thermometro statim descendere deprehendes (a), manifestum frigoris effectum, & indicium. Respondeo: Prius calescit, rarescit, & ampliatur tubus, quam mercurius intra illum contentus: quandiu igitur non satis caluerit Mercurius, illum magis descendere necesse est.

156 Respondeo secundo: Mirum non esse, si corpus aliquod ob id ipsum, quod violenter moveatur, aliorum impediat motum: aqua stagnans vitreo vasi immediate circumfusa, ab ignis, & caloris materia undique pressa addensatur; aliquid de intestino motu, & calore suo amittit, frigescit, eundemque interioribus vasis, & thermometri liquoribus effectum communicat; at stante aqua illico calefacta, calorem suum thermometri liquori ipsa communicat: unde statim ad majorem, quam antea habebat, altitudinem assurgit.

LE-

(a) Mem. de l'Acad. 1700. p. 119.

LECTIO V.

De Raritate, ac Densitate, & Thermometris, seu de Caloris, atque Frigoris criterio, & mensura.

DEFINITIO.

157. Corporum *densitas* duplex est, absoluta, & relativa. Corpus absolute densum est illud, quod in determinato suo volumine, & spatio tantam habet massam, quantam habere potest. Corpus relative densum est illud, quod in determinato suo volumine, & spatio copiosiorem, quam aliud, quocum confertur, habet materiam. Cum materiam, seu massam dico, eam solummodo intelligo, quæ est propria ipsius corporis: Alio enim sensu omnia corpora sunt æque densa, si nulla admittamus disseminata vacuola.

COROLLARIUM.

158. Cum materia, quæ in corporum poris reperitur, ad corpora ipsa non spectet, vel nulla plerumque sit, si disseminata vacuola admittamus, id corpus erit magis densum, cujus pororum summa minor fuerit: Id ex adverso erit magis rarum cujus pororum summa major fuerit, si utriusque volumen fuerit æquale. Corporum pori pro ipsorum corporum diversitate, & textura sunt & numero, & figura, & magnitudine inæquales, atque diversi: erit corpus majoribus poris donatum, quod tamen sit alio densius, cujus pori sint minores, sed plures, numero magnitudinem compensante, & exedente. E duobus etiam corporibus id erit aliquando rarius, quod majores habeat poros. Ad corporum raritatem, & densitatem nihil refert, sint necne vacua disseminata interstitia, seu poruli.

COROLLARIUM.

159. *Raritas* corporum cum eorum porositate recurrit. Quodcumque corpus erit absolute rarum; si poros habeat: Erit item alio rarius; si majorem, quam secundum pororum habeat summam: Nullam item habebit raritatem; si nullos habeat poros. Raritas corporis major est minor illius densitas relativa, seu minor pororum summa. Relativa densitas cum absoluta raritate confunditur. Corpus enim relative densum est, quod poros quidem habet, minorem tamen eorum summam, quam aliud, quocum confertur, omne autem corpus, quod poros habet, est absolute rarum. Corpus relative rarum, & relative densum absolute est rarum.

DEFINITIO.

160. Corpus eo rarius est, quo minorem materiæ copiam, vel majorem pororum summam sub eodem volumine comprehendat. Corpus item eo densius est, quo majorem materiæ copiam, vel minorem pororum summam contineat sub æquali volumine.

Corpus dicitur *condensari*, cum eadem in ipso manente materia ad minus volumen redigitur. Dicitur vero *rarefieri*, cum ad majus volumen distenditur, quin nova illi accedat ejusdem generis materia.

PROPOSITIO XV.

161. *Absoluta corporum densitas (si qua sit) est ea, qua corpora ipsa omnes excludunt poros: seu corpora intelliguntur proprie, & absolute densa, per id præcise quod intra se ipsa nullos habeant poros, vel penitus vacuos, vel aliena materia plenos, eorumque proinde partes sint perfecta continuitate conjunctæ.*

Primo enim suppono, cuilibet materiæ, aut corporis particulæ suam & determinatam spatii partem respondere: partem v. g. materiæ digitalem perfecte solidam, nullis scilicet foraminibus perforatam,

tam, digitalem etiam ſpatii partem requirere, neque ad minus ſpatium poſſe naturaliter in hoc rerum ordine contrahi. Indiviſibile proinde materiæ indiviſibile ſpatium, ut comenſurabilem ſibi locum occupat: Diviſibilis autem materia poris non ſcatens diviſibilem etiam, & æqualem ſpatii partem occupet neceſſe eſt: Niſi enim eam hypotheſim admittamus, liberum nobis erit, omnem mundi materiam ad minimum reduci poſſe ſpatium contendere. Eo poſito

162. Probatur propoſitio: Corpus nullis foraminibus interruptum, ſed perfecte continuum ad majorem denſitatem aut minus ſpatium reduci non poteſt: Ergo eſt perfecte, & abſolute denſum: Probo antecedens: Non poteſt ad minus ſpatium reduci, & majorem acquirere denſitatem, niſi partes aliæ intra aliarum partium locum, & naturale, proprium, atque proportionatum ſpatium detrudantur; multæque proinde partes in eodem exiſtant loco, & ſpatio, quod unius tantum eſſet proprium, illiuſque menſura: hoc autem dici nequit, niſi naturalis admittatur corporum penetratio; cum hæc aliud non ſit, niſi plurimarum materiæ partium in unius tantumodo partis loco exiſtentia.

Semel igitur dato, quod corpus aliquod nullis ſit porulis (vacuis, aut aliena materia plenis, perinde eſt) diſtinctum; id corpus eſt perfecte ſolidum, & denſum; cum denſitas major intelligi, aut exiſtere naturaliter non poſſit.

163. Dices: palmus cubicus materiæ nullis poris diſtinctus ad ſemipalmare ſpatium reduci poteſt: cur enim non poterit ſemipalmari ubicatione exiſtere hoc in loco? Poteſt item ad bipalmare ſpatium diſtendi, quin abſolutam denſitatem amittat. Reſp. materiam palmarem nullis poris diſtinctam ad ſemipalmare ſpatium reduci, eſt naturaliter impoſſibile; ſuppono enim, quamlibet partem proportionatum ſibi ſpatium, ſeu ejuſdem menſuræ occupare. Nequit igitur ad minorem locum reduci, aut ſemipalmus intra ſemipalmum detrudi. Contendere vero, materiam palmarem poſſe in hoc re-

rum ordine, & causarum naturalium actionibus minori ubicatione existere, est pura petitio principii, idque libere supponere, de quo litem intendimus. Da materiam ita densam, ut ad majorem locum occupandum reduci nequeat: est ne hæc materia perfecte, & absolute densa? ita quidem; Ad minorem igitur locum, & ubicationem reduci naturaliter non potest. Hujusmodi vero materiam eam omnem dico, quæ nullos habeat poros; totaque proinde controversia in id tandem reducitur, utrum materia ita de facto existat, ut suum naturale, & æquale spatium, locum, & ubicationem habeat, quam amittere non possit naturaliter; an vero sit ad majorem, vel minorem ubicationem indifferens: contendo primum, ex quo facile deducitur, materiam palmarem cubicam nullis poris perforatam ad minorem locum a naturalibus causis reduci non posse, neque etiam ad majorem, nisi vel nova accedat materia, vel foramina denuo in antiquam inducantur.

COROLLARIUM.

164. Hinc quorundam Peripateticorum opinio rejicitur, qui corporum raritatem, & densitatem non ex pororum magnitudine, aut numero desumendam esse contendunt, sed ex majori, minorive earundemmet partium, seu corporum magnitudine æqualium ubicatione, & loco sensibili. Eorum enim judicio corpus quodcumque, habeat necne poros, ad majorem modo, modo ad minorem locum, seu extensionem potest reduci. Hoc autem, meo saltem judicio, nec concipi quidem potest.

165. Dices: Si igitur nulla sunt vacua disseminata, sed omnes corporum pori sunt fluida aliqua materia repleti; omnia spatia, & loca sunt æqualiter plena, & omnia loca æqualiter densa: Resp. In data hypothesi concedo primam, nego secundam partem. Omnia spatia sunt æque plena; erunt vero corpora adhuc inæqualiter densa, cum corporum densitas non ex locorum, aut spatiorum plenitudine,

ne, sed ex pororum summa desumatur, in eaque consistat.

PROPOSITIO XVI.

166. *Nullum est corpus absolute densum, eorum saltem, quæ novimus. Nullum enim hactenus deprehendi potuit corpus, licet eorum gravissima ad trutinam fint sæpe numero revocata, in quo mirabilem prorsus pororum copiam non observaremus, veluti in auro, & aliis gravissimis corporibus: at illud tantummodo corpus esset absolute densum, quod nullos haberet poros: Nullum igitur est absolute densum.*

167. Omnia igitur corpora, quæcumque existunt, & novimus, sunt absolute rara, & relative tantum densa. Cum enim omnia innumeris abundent poris, sunt absolute rara, neque aliam habent densitatem, nisi relative ad alia corpora, quæ pari sub volumine minorem pororum summam, majorem vero materiæ copiam habent.

168. Si quod igitur est corpus, quod sit perfecte continuum, nullis interstitiis, aut foraminibus pertusum, ut de fluidissima quadam materia non resistente, & omnium sensibilium corporum foramina replente a P. *Lana* admissa asserit ipse laudatus Jesuita, id, inquam, corpus est absolute densum. Hujusmodi corporis fluidi existentia, non parum mihi est probabilis: fluidum non admodum dissimile, quod sit perfecte densum admittunt omnes Cartesiani, & ii generatim omnes, qui vacuum rejiciunt, seu spatium sine materia non agnoscunt in natura.

PROPOSITIO XVIII.

169. *Corporum rarefactio fit per majorem pororum dilatationem, aut numerum: Condensatio autem per eorundemmet pororum contractionem aut destructionem.*

Si v. g. corpus aliquod solidum aut fluidum, puta pes cubicus auri, cujus pori vel augeantur numero, quin eorum magnitudo decrescat, vel in magnitudinem, & ampliationem crescant, quin eorum nume-

numerus minuatur; Hujusmodi, inquam, corpus dilatatur, & rarescit; quod eatenus fit, quatenus circumstantium corporum particulæ, & subtilia ramenta in corpus agunt, diversimode concutiunt, agitant, illius poros ingrediuntur, hinc inde diducunt & dilatant, vel novas sibi per medium ipsum corpus aperiunt vias Quod si hujusmodi particulæ extensæ, sese ab iis carceribus liberent, & poros egrediantur, quin aliæ in earum locum succedant; rarefacti corporis partes, extremitates, & pororum ipsorum parietes in evacuatos jam poros proprio pondere relabuntur; contrahuntur, vel minuuntur ipsa foramina; subsidunt partes, & diducti modo parietes alii in alios recumbunt, totumque corpus evadit densius. Hoc autem pacto corporum rarefactionem, & condensationem fieri ex eo constat, quia eam, quam modo dedimus, physicam explicationem & inficiatur nemo, & experientia ipsa demonstrat; Lippis enim ac tonsoribus notum est, corpus igni admotum, & ab actione ignis incalescens sensim dilatari: ejus poros ab igneis particulis impetu huc illuc immissis recludi, totumque deinde corpus in majus volumen extendi: neque dissimiles effectus ab humiditate producuntur: ea præterea, quam superius attigimus, aliquorum scholasticorum opinio, quod scilicet corpus rarescat per majorem earumdemmet partium ubicationem; condensetur autem, cum ad minorem reducitur ubicationem, aut locum, nulla pororum ratione habita, missis etiam externorum corpusculorum, & particularum per poros ingressu, & est captu difficilis, & nullo physico argumento, aut experientia probatur. Argumenta, quibus citati scholastici suam confirmare sententiam nituntur, proponere hoc loco supersedeo, cum vel nullius sint ponderis, vel in Lectione de corporum porositate jam fuerint soluta.

DE

§.

DE THERMOMETRIS.

170. Quoniam frigore densantur corpora, fluida potissimum, & imprimis aer, calore autem expanduntur, ut supra jam notavimus; neque tactus ope dignosci recte potest, ad quos frigoris, & caloris gradus corpora ascenderint, fallit enim sæpissime sensus, neque id negotii est exploratu facile: Instrumenta aliqua meditati sunt philosophi, quibus citra erroris periculum caloris, & frigoris decrementum, & intensionis gradus dignoscere facile possent, & ea in humanos usus convertere: ipsa vero instrumenta ex peculiari, ad quem serviunt, fine *Thermometra*, seu *Thermoscopia* nuncupantur: sunt ea multiplicis generis, & formæ, & perfectionis etiam variæ, pro diverso scilicet eorum, qui ea invenere, ingenio, & indole. Quæ enim sunt primo inventa, ut humanarum rerum fert conditio, & pluribus erroribus obnoxia, & prorsus inutilia esse usus comprobavit. Sunt igitur *Thermometra* apta ad caloris, & frigoris gradum, incrementum, & intensionem dignoscendum instrumenta.

THERMOMETRUM DREBBELIANUM.

171. Cum aer omnium corporum facillime ob mutatum calorem rarescat, sitque continuis raritatis, & densitatis variationibus maxime obnoxius; ut ille dignoscendo caloris, & frigoris discrimini inserviret, sequens Thermometrum excogitavit *Drebbelius*: Sit tubus vitreus A B C superne capitatus, & hermetice clausus, deorsum autem in A apertus, & in vas item apertum A', in quo fluidum aliquod existat, immitatur: Anthliæ pneumaticæ ope aliquid aeris ab sphæra C prius extrahatur: tum fiat, ut liquor stagnans A aliquantulum per A B ad B v. g. ascendat, ad eamque altitudinem sistat: quamprimum igitur augeatur calor, illico internus aer, in sphæra C inclusus, incale-

scens

ſcens dilatabitur ; cum autem dilatari non poſſit, quin per tubum C B ingrediatur, deorſumque contra B expellendo fluidum B A diſtendatur ; ab eo tubo liquorem verſus A detrudit, & eo magis deſcendere cogit, quo major fuerit calor, & conſequenter interni aeris dilatatio. Si igitur in tubo C B notetur punctum, ad quod deſcendit liquor intenſiſſimo æſtatis calore, vel intra ebullientem aquam jmiſſus; aliudque inſuper punctum notes, ad quod intra glaciem aſcendit liquor; maximi caloris, & frigoris habebis indices: ſpatium inter utramque notam medium in æquales partes diviſum caloris, aut frigoris monſtrabit gradus (*Fig.* 33.).

172. Hujuſmodi thermometrum multiplici de capite communiter rejicitur tamquam inutile: primo enim etiam liquor in vaſe aperto A calore dilatatur, & per tubum aſcendit, congruamque ſuperni aeris dilatationem impedit: Rareſcens igitur aer minus, quam par erat, liquorem comprimit, & deſcendit; contrariis enim motibus mutuo ſeſe impediunt. 2. Vario etiam atmoſphæræ ponderi, & inconſtanti gravitati ſubeſt fluidum A, unde multoties fiet, ut aer C maximo afficiatur calore, & rareſcere, & deorſum nitatur extendi, cum atmoſphæræ pondus ſenſibiliter auctum liquorem per tubum A B magnopere urgeat, & actionem, vim, & dilatationem aeris inſigniter impediat: unde etiam minorem, quam reapſe, ſit caloris gradum monſtrabit. Pluribus aliis capitibus, quæ prætermitto, deſcriptum modo thermometrum merito rejicitur.

THERMOMETRUM FLORENTINUM.

173. Academici Florentini academiam Leopoldinam, quæ Florentiæ eſt, componentes perſpectis, quæ modo retulimus, prioris thermometri vitiis, aliud excogitarunt, priori quidem perfectius, ſuis tamen defectibus obnoxium. Sphæræ vitreæ A hermetice utrimque clauſæ communicans tubus B committitur ſuperiori parte apertus. Sphæram deinde, & tubum ad B uſque rubro vini ſpiritu, (qui faciliime calore dilatatur, aptuſque proinde eſt

est ad minimas etiam caloris mutationes indicandas), cum calore maxime temperato cælum gaudet, adimplent; tum vero tubum ex superiori parte C hermetice sigillant, instrumentumque perpendiculariter suspendunt. Ex puncto infimul B sursum deorsumque in partes æquales tubum dividunt, ad maximos, medios, minimos caloris, & frigoris gradus indicandos: liquore enim ad B sistente, temperatus est calor, si deorsum contractus descendit, imminuti caloris, & frigoris aucti indicium est; contra vero si sursum dilatatione ascendat vini spiritus (*Fig.* 34.).

Hoc etiam thermoscopium suos patitur defectus: 1° Enim spiritus vini, si intensum sit frigus, quale in regionibus multum septentrionalibus viget, gelascit, ut non semel in Lapponia experti sunt *Le Monier, Maupertuis* & alii academici (a), fitque proinde observationibus ineptus: neque enim intensius atmosphæræ frigus, & multo minus intensissima illa, quæ arte aliquando fiunt, explorari possunt: 2° Temperato solummodo dignoscendo, & dimetiendo calori inservit; nam spiritus vini omnium fluidorum facillime ebullit, ac fervet, & quam potest maxime rarescit; diversos igitur caloris gradus, quibus, ut alii ebulliant ferventes liquores, opus est, hujus thermometri ope dignoscere, & metiri non possumus. 3° Aer in superiore tubi parte relictus frigore etiam densatur, & sursum contrahitur, calore dilatatur, deorsum descendit, ascendentemque vini spiritum retardat, & impedit. Minus igitur, quam par erat, ut exacte caloris gradus indicarentur, liquor ascendit; Si enim pars tubi B C esset aere vacua; facilius multo spiritus vini ascenderet, & caloris gradus ad amussim demonstraret.

174. 4° Ipsa etiam sphæra vitrea, & tubus frigore contrahuntur, calore dilatantur, minusque proinde spiritus vini ascendit, quam si eandem semper capacitatem haberent. 5 Labente etiam tempore vini spiritus plurimum defæcatur, non parum de sua

(a) *Maupert. voyage au Nort &c.*

sua elasticitate, & fluiditate amittit, neque tam facile calore rarescit, & dilatatur.

TERMOMETRUM FARENHEITIANUM.

175. Ut hisce incommodis, & vitiis remedium afferatur, loco spiritus vini mercurius adhibetur, qui in glaciem non vertitur, & omnium fluidorum difficillime ebullit, & fervet: estque proinde ad omnes cum frigoris, tum caloris gradus dignoscendos, & dimetiendos aptissimus. Deinde antequam in tubum inducatur, interno, quo omnia scatent fluida, aere purgatur; eo enim facilius & frigoris, & caloris actioni, & viribus cedit. Loco sphæræ capacior cylindrus A tubo BC hermetice committitur; eo enim pacto plura thermometra confici possunt similia, & æqualia; facilius enim cylindrus cylindro, quam sphæra sphæræ construitur æqualis (*Fig.* 35.).

176. Scala tandem ad tubi latus adnectitur in multiplices, & æquales partes divisa, ut crescentis frigoris, & caloris gradus designentur. Unum è relatis supra defectibus patitur descriptum, seu emendatum hac ratione thermometrum, quod nulla hactenus industria vitari potuit, quod scilicet, & capacior cylindrus, & tubus gracilior calore amplientur, frigore contrahantur, exactamque proinde frigoris, & caloris graduum mensuram impediant. Thermometrum hoc modo constructum, seu potius emendatum *Farenheitianum* dicitur, propterea quod *Farenheitii* opera, & industria ad eam perfectionem sit perductum.

177. Duo ad calcem animadvertenda sunt: primum; ut caloris gradus exactissime numerari, & dignosci possent, ad eos scalæ gradus adducendus esset Mercurius, in quorum alio nullus, in alio maximus indicaretur calor, quod fieri non potest; cum neque mercurius, neque circumstantia corpora omni privari possint calore: Neque etiam exploratum est, utrum ad maximum calorem possit adduci. Secundum: Duplum Mercurii ascensum non esse dupli caloris indicium; quo enim magis rarescat cor-

corpus, difficilius distenditur: dupla proinde distensio plusquam duplam caloris copiam, aut vim requirit: Qua tamen proportione id negotii fiat, ignotum est.

178. Missas facio plures alias thermometri species, quæ suorum auctorum nominibus distinguuntur, & passim circumferuntur: In hujusmodi enim instrumentis perficiendis operam posuere *Halley*, *Newton*, *De l'Isle*, *Prins*, *Boerhave*, præcipue autem *Amontons*, & *Reaumur*. Quæ postremum hunc habent auctorem, cæteris sunt celebriora, & accuratissime constructa: eorum structuram, formam & construendi rationem lege apud auctorem ipsum, ad quem lectorem remitto. (a) Videas etiam Nollet (b), in quo plura & utilia, & jucunda offendes.

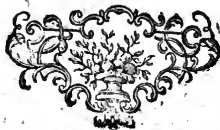
179. Circa Thermometrorum usum unum aut alterum notandum est: si plura unius, vel diversorum authorum thermometra in eodem loco & secum ipsis conferantur; fieri potest, ut non eundem caloris gradum indicent, si thermometra ipsa sint dissimilia, inæqualia, aut diversum contineant liquorem: Alius enim alio facilius eodem calore dilatatur: Quare eodem semper, aut similibus, & æqualibus thermometris instituendæ sunt Observationes.

214. Secundum: Ut aeris, seu atmosphæræ statum, & temperiem quoad calorem, & frigus dignoscas; non intra cubicula, & clausa conclavia, sed sub dio, aperto sub cælo disponendum est instrumentum: intra cubicula enim parieti affixum, quæ intra cubiculum, non quæ atmosphæræ sit temperies, indicabit. Quod si thermometrum a cubiculo ad liberum aerem, & locum, aut vicissim transferas, quod in singulis hisce locis sit caloris, & frigoris discrimen, dignosces. Neque etiam omittendum est, thermometra ad illos non affigenda esse muros, qui ob latentem caminum, vel hujusmodi alia plus quam externus, & liber aer caloris habet.

180.

(a) *Mem. Acad.* 1730. *p.* 452.
(b) *Leçons de Phys. t.* 4. *p.* 382.

180. Tertium: Ea etiam loca vitanda, quæ lucis solaris reflexioni obnoxia sunt: neque etiam ad solem exponatur thermometrum, candellæ præterea lux amoveatur; cavendum tandem ne inter observandum aut manus thermometrum, globum præcipue, contrectet, aut oris expirationibus illud multoties foveatur: in singulis enim hujusmodi casibus ab alia causa præter externi, & ambientis aeris calorem rarescit spiritus, Mercurius, aut aer, & alium, ac in atmosphæra existat, caloris gradum index monstrabit. Scala, seu index graduum caloris, & frigoris exposito jam modo in hoc etiam thermometro paratur. Affigitur unitas ea in altitudine, ad quam Mercurius eo frigore descendit, quod glacies cum sale ammoniaco permixta hyeme producit: Infra hanc primam notam ponitur numerus 70 indicans scilicet intensissimum frigus, quod hactenus arte, & natura haberi potuit. Supra unitatem scribuntur numeri minus semper frigus, & majorem calorem indicantes: numerus 212 est nota illius caloris, quo aqua ebullit: numerus 600 calorem indicat, quo ebbullire jam incipit mercurius.



DIS-



DISSERTATIO DE ELECTRICITATE ET MATERIA ELECTRICA.

181. NUllum in Physica argumentum est, quod hisce temporibus sit æque commune, atque omni fere hominum generi æque notum, familiare, parique studio cultum ac *Electricitas*, quam modo exponendam aggredimur. Argumentum quidem, si nominis tantum rationem, aut prima rei ipsius fundamenta atque imperfectissimam ideam spectemus, antiquum, cum vis attractiva electri veteres philosophos non latuerit, ut statim referemus; rei tamen veritate novum: ex una enim parte nihil præter nomen Electricitatis, & vim attractivam electri, qua paleas aut levissima aliqua corpuscula circa se posita ad se attraheret, veteres agnoverunt; ex alia vero eo quo vivimus sæculo tot a philosophis detecta, probata, & demonstrata sunt nova, mirabilia, utiliaque Electricitatis phænomena, eoque res est perducta, ut non philosophi tantum in privatis musæis, atque aulis experimenta Electrica instituant, promoveant, examinent, & studiose prosequantur, verum quamplurimi etiam sint ex omnibus ordinibus homines, qui privatis domibus eadem experimenta

repetant. In omnibus fere conversationibus de hisce rebus sermo instituitur, hominesque sunt, qui Electrica machina sibi comparata provincias, & civitates circumcursant, atque in frequentioribus urbium foris pacta mercede Electrica spectacula populo exhibent, & communia experimenta vicatim etiam repetunt.

182. Ne igitur Physico in opere Physicum hoc, novum, & celeberrimum argumentum omnino desideretur, rem ea qua potero claritate exponam: brevitatis tamen gratia minutiora prætermittam, cum ad rem plane assequendam non sint necessaria, atque facillime haberi possint ex plurimis, quæ circa Electricitatem edita sunt, scriptis. Methodi caussa duplici lectione rem totam comprehendam: in quarum prima quid *Electricitatis*, & *Materiæ Electricæ* nomine intelligamus, hujusce studii progressum, & præcipua omnia experimenta, phænomena, & proprietates, quas hactenus in re præsenti agnoscimus, in medium afferemus. In secunda autem quid circa eorumdem effectuum caussam tenendum sit, aut Philosophi hactenus cogitaverint, exponemus, totiusque rei theoriam in compendium redigemus, & phænomena secundum ejusdem theoriæ principia explicabimus.

LECTIO I.

De Electricitatis, & materiæ Electricæ notione, Phænomenis, & Proprietatibus.

DEFINITIO.

183. *Materiæ Electricæ* nomine intelligimus subtilissimam quamdam, fluidissimam, atque mobilissimam materiam, cui immediate referuntur omnia phænomena, atque effectus Electricitatis, quæ scilicet *attrahit*, *repellit*, *lucet*, *scintillat*, *calefacit*, *incendit*, *inflammat*, & *fundit* etiam corpora. Hujusmodi sunt effectus, quos multiplici experimento ab illa materia produci edicimus, ut statim ordine

ne prosequemur. Eamdem præterea materiam esse ubique diffusam, omniaque fere corpora facillime pe vadere, ex ipsismet experimentis edocemur. Modo definitionem tantummodo damus, quam postea veram esse demonstrabimus, cum & hujusmodi materiam existere, & proprietates omnes modo relatas habere evincamus. Materiam Electricam nisi per proprietates atque effectus definire non possumus, cum sit aliunde penitus ignota.

DEFINITIO.

184. *Electricitas* duo potissimum significat, effectus nimirum, & actiones materiæ seu virtutis electricæ, & vim ipsam, qua corpora electrificata, seu materia electrica prædictos effectus producit. Qui sint hujusmodi effectus, modo recensuimus, & inferius demonstrabimus. Electricitas in posteriori sensu est communis illa plurimorum corporum proprietas, status, atque virtus, qua ipsa corpora, certa quadam præparatione præmissa, omnes relatos effectus producunt. Electrificare igitur corpora est materiam electricam corporibus communicare, aut in iis excitare, seu corpora ad eum statum adducere, quo Electricitatis phænomena edere possint. Alios terminos hujusce rei proprios post sequentem observationem subjungemus.

ANNOTATIO HISTORICA.

185. Ambarum, Succinum, seu Electrum *minuta aliqua & levia corpuscula v. g. paleas, pennas & alia similia ad se attrahere, & a se repellere veteres agnoverunt, eamque vim a Græco ἤλεκτρυ nomine Electricitatem nuncuparunt. Unus ille erat effectus, quem hujusmodi vi tribuerent antiqui, eoque nomine significarent, & cum rem ipsam curiosius non indagarent, neque experimentis promoverent, non modo reliquos omnes Electricitatis effectus ignorarunt, sed ipsos etiam latuit, hujusmodi virtutem aliis ab electro corporibus convenire. Per plurima igitur sæcula mirabi-*

lis hæc Physicæ pars jacuit inculta; cum nullus ad eam animum animadverteret, aut speculationibus suis dignam existimaret. Fracastorus prædictam Electri proprietatem curiosius, & data opera contemplare cæpit, parum tamen progressus eam provinciam & gloriam aliis reliquit. Primus igitur rem hanc pro dignitate aggressus fuit Gilbertus medicus Anglus, & egregius philosophus, qui argumentum sedulo tractando quamplurima invenit antea ignota. Diversa corpora examinando primus deprehendit non modo ambarum, succinum, *&* electrum, *sed quamplurima alia corpora electricitate, seu vi minuta corpora attrahendi esse prædita, nominatim vero illam animadvertit in* adamantibus, *& omnibus fere aliis gemmis*, talco, gummi, arsenico, sulphure, resina. *Dum hæc omnia curiose, & scrupulose observabat, duo etiam animadvertit, prædicta scilicet corpora non tantum paleas, aut plumas, ut de* Ambaro, *seu* Electro *crediderant antiqui, verum etiam omnia alia corpora levia iis admota attrahere: Corpora deinde electrica, in quibus nimirum vim attrahendi deprehenderat, non æqualem semper, atque constantem vim habere, facile observavit: eoque tandem tentando, & observando venit, ut cognosceret corpora electrica, in quibus factum fuerat periculum, frictione opus habere, ut vim suam exercerent, atque effectus electricos producerent; eoque intensiorem esse eorundem corporum virtutem (si cætera essent paria) quo facciora ipsa existerent.* (a)

186. *Post* Gilbertum *idem argumentum tractavit & non parum promovit Guerike, qui sulphureum globum paravit, eoque frictione excitato atque revoluto, prima machinæ electricæ fundamenta posuit. Hujusmodi globo præter alia observavit corpora electrificata non tantum attrahere, sed etiam repellere: corpusculum a globo attractum, post contactum repelli, & si dum repellitur in corpus non electricum impingit, iterum ad globum attrahi.* 3. *Globum electrificatum, axi ad horizontem perpendiculari, per cameram deferebat, qui quidem globus leve corpusculum in aere sustinens una secum circumducebat. Dumque tandem expe-*

(a) *Gilbertus de Magnete l. 2. cap. 2.*

experiendi gratia diversa corpora globo admovebat, id etiam comperit, vim electricam a globo per corpus ipsi admotum ad ulnæ distantiam transmitti.

187. *Eodem ferme tempore* D. Boyle *hanc Physicæ partem coluit, ejusque potissimum assiduitate, labore, ingenio compertum est*, primo, *corpora non qualicumque calore electrificari, sed frictione, seu calore ex frictione genito.* Secundo *Corpus jam ab igne calidum longe facilius, atque efficacius electricum fieri, vimque electricam in illo excitari, quam si frigidum fricetur. Tertio, vim Electricam etiam in vacuo conservari, suoque illic effectus edere.* Quarto *denique vim electricam ab aliis ad alia corpora immediate transmitti, ac communicari, & corpora vim illam ita accipientia etiam attrahere, repellere &c.* (a)

188. *Florentinis etiam Academicis aliqua debemus experimenta. Compertum ab iis fuit Ambarum pariter attrahere, & attrahi, repellere & repelli, mutuasque proinde esse electricorum corporum actiones & effectus, ab eodem ambaro trahi fumum, non tamen flammam: ejus virtutem a frigore non destrui; omnesque tandem liquores ab ambaro attrahi.*

189. *Omnia phænomena hucusque relata a tempore Domini* Boyli *Physicis omnibus erant nota; electricitatis tamen studium extra privata eorum musæa non producebatur, dicique illa possunt prima Electricitatis fundamenta, atque Epocha. Multo post tempore eidem studio animum applicuit* D. Hauksbeè, *Londinensis Socius, antiqua experimenta, & nota phænomena iterum, & diligentissime quidem examinavit, in bene multis correxit, quamplurima antea penitus ignota observavit, & totum hoc argumentum mirum in modum promovit: Anno 1709. tractatum de Electricitate edidit, in quo plurima amænissima, & ingeniosa experimenta a se ipso instituta proposuit, quibus de re Physica bene meretur. Post Hauksbeum magno animorum ardore eadem experimenta instituerunt quamplurimi Philosophi, imprimis vero D.* Gray *Londini*

(a) *Boyle de Mechanica Electricitatis productione.*

(a), *Parisiis & alibi D.* Du Fay b), Weler, Nollet, le Monier, Muschembroek, Gordon, Boze, le Roy, *& innumeri ferè alii, qui per omnem fere Europam maximo studio rebus Electricis operam navant.*

190. *Peculiari tamen comendatione dignus est D.* Benjamin Franklin, *qui Philadelphiæ in America omnium hactenus industriam superavit: plurima nova atque mirabilia invenit, præcipue vero maximam analogiam inter materiam Electricam, & materiam fulminum, aliorumque metheoron igneorum, quorum natura, causæ, origo, & phænomena ex aliis principiis hactenus petebantur. Cum nova hinc in Physicam, & causas naturales hominibus plerumque noxias lux oriretur, eaque propter Electricitatis studium non jam ab hominibus existimaretur tamquam abstracta, & pura naturæ contemplatio, philosophis digna, humanæ societati infructifera, atque inutilis, sed ab omnibus tandem hominum ordinibus tanquam argumentum humanæ societati utile; mirum est quonam ardore Frankliniana experimenta, & nova inventa in Europa etiam instituerint, & rem ulterius promovere studuerint Parisiis quidem Domini Buffon, Lor, Dalivard, Italiæ P. Beccaria (de hisce rebus optime meritus) & alibi alii quamplurimi, quibus etiamnum hæc studia insigniter promoventur.*

191. *Ex materiæ Electricæ proprietatibus, phænomenis, atque effectibus, quos modo agnoscimus, plurima quidem casui fortuito, ut plerumque fit, multa etiam Physicorum industriæ, & solertiæ debemus. Materiam Electricam esse verum ignem, aut saltem effectus ignis producere, perinde etiam agere, ac materia fulminis, ad primum ordinem pertinent; quomodo autem hujusmodi virtus excitetur, quo pacto transmittatur, atque comunicetur, intendatur, remittatur, & destruatur, quæ corpora sint Electrica, quæ hujusmodi virtute careant, & alia ejusdem generis multa ad secundam classem spectant.*

192. *Postquam philosophis innotuit, vim Electricam in corporibus frictione excitari, contactu comunicari, & com.*

(a) *Transact. Philosoph. n.* 366, 417. &c.
(b) *Mem. de l'Acad. Royale an.* 1734., 1737.

& communicatam tra[n]s[m]itti, facile fuit eam invenire, & construere machinam, qua maximo laboris atque temporis compendio corpora fricarentur, iisque alia adjungerentur, quibus vim electricam transmittere possemus. Physici primo ad experimenta Electrica instituenda vitreum tubum adhibebant, cujus longitudo erat trium circiter pedum; diameter unius pollicis cum dimidio, crassitudo duarum fere linearum: eumque manu bene exsiccata, & arida secundum longitudinem fricabant. Laboris tamen, & molestiæ vitandæ, & temporis compendii causa in locum vitrei tubi manu simpliciter tractandi globum cavum vitreum, aut capaciorem alium ejusdem materiæ tubum, ope machinæ velociter circumvolvendum adhibuerunt, cujus æquatori manus applicantur: diameter globi est unius circiter pedis, crassitudo vitri duarum fere linearum, seu unius cum dimidia. Totam machinam (Fig.40.) repræsentat, ejus tamen partes, & dispositio multiplici ratione pro diverso Physicorum scopo variantur. EG est globus vitreus, concavus unius circiter pedis diametri (licet hæc magnitudo variari possit) supra axem & polos facillime gyrans: loco globi adhibetur etiam ejusdem materiæ cylindrus: Vitrum aliis materiis præfertur, quia illud, experientia probante, facillime & efficacissime omnium corporum frictione electrificatur. Frictio ad vim excitandam optima, fit manibus in parte E, quæ & aridæ sint oportet, & secundum earum concavum globo velociter gyranti supra æquatorem applicari debent, ut cum illo congruant. Cætera quæ ad machinam & multiplicem illius dispositionem, partes, partiumque munera, effectus, rationem spectant, ordine dabimus. Prius tamen animadverto, experimenta, quæ afferam, desumpta potissimum esse ex D. Franklin, Gray, le Roy, Hauksbeê, du Fay, le Monier, Nollet, Beccaria, Muschembroek, & Parisiensibus Academicis, quos jam nominavi: eaque omnia videri ab omnibus facile possunt in actis Academicis, & in peculiaribus operibus, litteris, tractatibus, aut dissertationibus a citatis modo Auctoribus in lucem editis.

§.

Simpliciora Electricitatis phænomena, & observationes.

Non melius nos rerum Electricarum ideam tyroni philosopho dabimus, quam si phænomena ipsa gradatim, eoque ordine proponemus, quem Philosophi in tentaminibus suis, atque experimentis instituendis, natura, & ratione ducibus, tenuere: Prius scilicet simpliciora illa tentamina, experimenta, atque phænomena proponendo, quæ humanæ menti veritatem quærenti primum suamet simplicitate occurrerent, atque ad altiora sensim viam sternerent. Hoc enim modo non solum *vim Electricam*, ejusque proprietates, atque phænomena edifscemus, quod caput est, verum etiam ipsummet humanæ mentis in rebus hisce inveniendis progressum animadvertemus.

194. Primo igitur cum non tantum Electrum, sed aliqua alia corpora vim electricam habere animadversum fuit; in animum subiit in omnibus corporibus periculum facere, ut quæ tandem corpora hujusmodi proprietatem haberent, exploraretur. Corporibus igitur aliis & aliis paullatim ad periculum adductis, manuque, aut alia ratione affrictis, compertum est, 1º aliqua esse corpora, pauca illa quidem, quæ effectus electricos attractionis citra ullam frictionem ederent, cujusmodi est *Electrum*, *Ambarum*, *Succinum*: quæ tria licet ab aliquibus confundantur, sunt tamen natura diversa. Ex prima hac observatione, quæ antiquissima est, duo immediate inferuntur; Primum, vim *Electricam* naturalem, prout *vim attractricem* corporum significat, reapse existere in natura: Secundum, frictionem corporis non esse absolute necessariam ad vim electricam, ejusque effectus (aliquos saltem) excitandos, & producendos; & aliqua insimul esse corpora, quæ citra ullam hominum artem, & industriam sunt electrica.

195.

195. 2° Alia corpora frictionis capacia (si pauca mox indicanda excipiamus) esse electrica, vim tamen, & phænomena electricitatis non edere, nisi fricentur: hujusmodi in specie, & nominatim sunt omnes pretiosi lapides, *Adamantes*, *Carbunculi*, *Saphyri &c. Vitrum*, *Chrystallus*, corpora omnia vitrificata, *Malthæ* vitreæ, omnia *balsama*, *resinæ*, *pices*, *gummi*, *cera*, bitumina, *sulphur*, *gagates*, *asphaltes*, *filum sericum*, animalium *pennæ*, *crines*, *lana*, *capilli* & omnium animalium *pili* &c. hæc, inquam, & plura alia corpora electrica esse deprehenduntur, eam tamen virtutem solum post frictionem exercent.

196. 3° Aliqua tamen sunt corpora quæ neque indole, atque ingenio suo, neque calore, & frictione excitata, & tractata electricitatem aliquam edunt, eaque sunt omnia *metalla* tam perfecta quam imperfecta, & omnia fere mineralia v. g. *Jaspis*, *marmor*, *magnes*, *agatha*, *ardosia*, *saxa*, *antimonium*, *zincum*, *Aqua*, & omnes alii liquores consistentiæ, & frictioni impares: omnia *animantia* præcipuæque illorum productiones, aut partes, puta *ossa*, *dentes*, *coria*, *pergamenum*, *ebur*, *cornua*, *squammæ*, *conchilia* omnes denique *plantæ* viventes, & plurima ab iis provenientia, qualia sunt *papyrus*, *tela*, *filum*, *chordæ*, & alia hujusmodi, quæ omnia quantumvis calefcant, & fricentur, aut nullum omnino (quod communius est) aut vix sensibile electricitatis indicium edunt.

197. 4° Hæc tamen corpora, quæ nullam calefactione, aut frictione electricitatem acquirunt, aut illius indicia, effectusque edunt, ab aliis corporibus, quæ frictione electrificantur, vim etiam electricitatis accipiunt, illamque in alia corpora transmittunt, si illis, dum fricantur, sint contigua.

198. 5° In corporibus citra ullam frictionem electricis hæc duo observantur; Primum: eorum vim atque effectus, quandiu frictione, aut calefactione non excitantur, esse debilissimos, cum ad levissimas solum paleas, & alia similia attrahendum extendantur: Secundum, facile tamen eorum electri-

cita-

citatem excitari, intendi, & insignia edere phænomena, si frictio accedat.

COROLLARIUM.

199. Corpora igitur omnia ad Electricitatem relata in duplici ordine & classe ponenda sunt, immo & duplex distinguenda est electricitas, alia quidem *Naturalis*, *Artificialis* vero altera: primam illa habent corpora *ambarum*, *electrum*, *sulphur* vitreo poculo fusum, quæ paleas, & leviuscula aliqua alia corpora citra ullam frictionem, præparationem, & artem attrahunt. Secunda iis competit corporibus, quæ frictione, hoc est, arte electricitatem acquirunt, & supra fuerunt relata. E corporibus similiter alia sunt *natura*, & *origine electrica*, alia *arte* solum *electrica*, alia denique non *electrica*.

200. Secundo infertur frictionem, calefactionem, aut electricorum corporum contactum non esse absolute necessaria ad electricitatem; cum in corporibus origine electricis virtus hujusmodi exeratur, quin eorum aliquod præcedat.

Quoniam tamen vis hæc electrica naturalis, & effectus ab illa editi sunt tenuissimi, & nullius fere momenti; aliaque ex parte corpora origine electrica intensissimam virtutem frictione, seu arte acquirunt; hinc inter corpora *arte electrica* merito numerantur: ac proinde corpora omnia in electrica, & non *electrica* absolute distinguimus: prima sunt illa, in quibus electricitas frictione, aut calore excitatur, producitur, aut intenditur, cujusmodi sunt omnia origine, aut arte, aut utroque de capite electrica. Corpora *non electrica* illa sunt, in quibus prædicta ratione electricitas non excitatur, producitur, aut intenditur, quæ superius recensuimus. Atque hæc est receptissima corporum divisio, quod ad electricitatem spectat. Corpora tamen *non electrica* non perinde intelligenda sunt, quasi nullo modo electricitatem habere possint; sed quatenus solummodo consueta methodo, & ratione illam non acquirant: aliunde enim experimentis demonstrabimus, quod hæc eadem fiant comunicatione maxime

ele-

electrica. Sed claritat s, & distinctionis gratia recepta vocabula teneamus.

201. Aliud etiam deprehensum est inter corpora electrica & non electrica discrimen, quod scilicet corpora origine electrica frictione electricitatem excitent, ab aliis tamen excitatam non accipiant in sese, neque transmittant; si v. g. globo gyranti, atque electrificato corpus aliud origine etiam electricum admoveas, & ad contactum adducas; secundum hoc corpus materiam electricam a globo in se non accipit, neque in alia transmittit; corpora autem origine *non electrica* electricitatem quidem non excitant, ab aliis tamen excitatam facile recipiunt, & ad alia corpora transmittunt. Et hinc, si corpus non electricum sit ab electricis omni ex parte circumdatum, eorumque aliud v. g. globum gyrantem, & electrificatum tangat, illud quidem materiam electricam in sese colligit, & servat. Cum aer siccus sit corpus origine electricum, omnia corpora v. g. nubes aere suspensæ, & undequaque circumdatæ electricitatem, si quam habeant, servant, novam etiam accipere possunt, atque collectam servare; cum sint corpora, ut barbare dicitur, *insolata*. Si tamen aer sit pluvius, aut humidus, ad corpora non electrica ab electricis separandum aptus non est. Ex hac aeris proprietate, & materiæ electricæ indole fulgurum, & fulminum phænomena, naturam, & effectus in loco deduximus.

§.

202. Corporibus jam in *Electrica* & *non Electrica* distinctis, dubitatio facile suborta est, essent necne priora corpora æqualiter electrica? Re experimentis probata, compertum est, innumeros esse in iis corporibus electricitatis & virium intensionis gradus, immo Electricitatem in diversis corporibus gradatim fere, & ordine decrescere usque ad corpora *non electrica*, in quibus nulla est hujusmodi virtus. Quodnam inter cætera corpora sit magis electricum, definire adhuc non possumus; indubium tamen est

ada-

adamantes, *gemmas*, *vitrum*, *crystallum* inter priora locum habere.

Et hinc globus vitreus machinis electricis adhibetur, cum vitrum inter corpora maxime electrica numeretur, nulloque negotio ex hujusmodi materia globi, cylindri, aut alia cujuscumque magnitudinis, & figuræ corpora pareantur: quod ex gemmis, aut adamantibus fieri nullo modo posset.

203. Tentando igitur ad id paullatim deventum est, ut & vitrum ad vim electricam excitandam aliis omnibus materiis præferremus, & in globum conformaremus, qui ope machinæ circa proprium axem convolvi facile posset. Frictione enim opus esse, tentando compertum fuerat; & prius quidem nuda manu, ut dixi, citra ullam machinam cylindrus vitreus excitandæ electricitatis gratia perfricabatur: cum tamen id & esset per se incommodum, & ad vim excitandam non satis efficax medium existeret: facile fuit machinam excogitare, atque construere, qua vitreo globo velocissime convoluto magna obtineretur frictio.

EXPERIMENTUM I.

204. 1° Licet hactenus ignoremus, quodnam ex electricis corporibus intensiorem vim frictione acquirat, constat tamen vitrum facilius, citiusque electrificari, quam cætera omnia corpora, dummodo reliqua sint paria.

2° Experimentis compertum est, & millies confirmatum, duo præcipue esse virtutis electricæ, ejusque effectuum impedimenta, quibus stantibus, quamtumvis corpora electrica fricemus, vis hujusmodi non excitatur, & antea jam excitata destruitur, seu dissipatur: ea proinde in experimentis electricis instituendis, & feliciter prosequendis sedulo cavenda sunt. Primum est *humiditas*: Si corpora nimirum electrica sint humida, quamtumvis frictionem prosequamur, aut nulla, aut tenuissima solummodo virtus excitatur. Et cum corpora ab ambiente aere pro ejus temperiei, & status ratione, maxime afficiantur; si experimenta pluvio cælo, humi-

humido aere, aut vento etiam non ta is ſicco ſpirante, capimus; infeliciter omnia ſuccedunt; contra vero ſereno cælo, ar do fluente vento, & ſicco aere circumſtante res optime vertunt, eoque felicius procedunt, quo, cæteris paribus, major & in fricandis corporibus, & in ambiente aere ſiccitas fuerit. Similiter ſi corporum frictione præcedente, intenſa jam virtute excitata, globum exſufflando, aut quacumque alia ra ione humectes; excitata virtus, ejuſque effectus illico ceſſabunt. Huic cauſæ referendum eſt, quod intenſiſſimis æſtatis caloribus infeliciter procedant tentata hujuſmodi experimenta, cum intenſi calores copioſos vapores è corporibus elevent, iiſque aerem humectent. Hinc etiam eſt, 1 quod eo facilius, & efficacius excitabitur electricitas, quo ſicciora ſint corpora; ad ignem idcirco admoveantur, ut omnis humiditas exhaletur. 2° Nihilo melius corporum frictio peragitur, quam manibus humanis bene aridis, aut exſiccato folio chartæ armatis, qua ſcilicet & frictio peragitur, & humiditas omnis exſugitur.

205. 3° Alterum Electricæ virtutis impedimentum eſt ignis: ſi flamma candelæ, aut carbone accenſo, ferro rubeſcenti, & aliis hujuſmodi globum jam electricum tangas, aut illa globo proxime admoveas; tota illico excitata jam virtus diſſipatur. Aliqua hic eſſe videtur inter vim electricam, atque magneticam analogia, cum utraque igne deſtrui videatur. Res tamen in electricitate eo mirabilior eſſe poteſt, quod hæc materia aliud ab Elementari Igne eſſe non videtur. De eo tamen inferius erit dicendi locus: interim notaſſe ſufficiat flammam, res quamtumvis leviſſima, ab electricis corporibus non attrahi.

EXPERIMENTUM II.

206. 1° Globus vitreus ſupra deſcriptus rapide circa axem gyrans, & aridas manuum palmas ejus æquatorem prementes fricans intra breviſſimum tempus electricitatis indicia, & effectus edit, levia ſcilicet corpuſcula ad diſtantiam uſque trium pedum

dum attrahit, aut repellit: quæ tamen distantia, sicut etiam motuum vivacitas varia est pro diverso & globi, & aeris, & fricantis corporis statu. Quamdiu durat globi circumvolutio, & frictio, durat etiam electricitas.

207. 2° Si interim faciem gyranti globo comminus admoveamus; levissimæ materiæ è globo emanantis sensum percipimus: quasi scilicet delicatissimum velum in faciei superficiem caderet, eamque tangeret. Utrumque hoc observatur phænomenon, quandiu volventis globi frictio perseverat, ea autem cessante paullatim etiam observata hæc phænomena, hoc est, electricitas languescit, minuitur, & evanescit.

208. 3° Globo prædicta ratione gyrante, vis electrica, & relata modo phænomena semper perseverant, quamvis unum, aut plura corpora electrica globum quacumque ex parte tangant. Quod si globus electricus a corpore aliquo non electrico tangatur, puta ab aliquo metallo, homine, vegetabili quocumque &c. tota virtus illico destruitur, si corpus istud non electricum cum terra comunicet.

PROPOSITIO XIX.

209. *Materia, seu virtus Electrica est verùm Corpus.*

Cum mihi ipsi statuerim materiæ Electricæ proprietates ab experimentis deducere & per illa tantummodo demonstrare; illo ordine theoremata proponemus, quibus probandis experimenta præmiserimus. Supervacaneum tamen mihi esse videtur, in materiæ Electricæ existentia demonstranda tempus terere; id enim est, quod a nemine in dubium vocatur, atque a relatis jam experimentis, & ab aliis quamplurimis infra adducendis, & a nemine ignoratis demonstratur. Iisdem experimentis non modo Electricitatem in natura existere evincitur, sed definitionis etiam superius datæ veritas ostenditur; cum ex iis omnia illa phænomena, & proprietates in materia electrica demonstrentur, quibus illam definivimus. Dubitari solum aliquo modo posset, esset nec

nec, ne electricitas verum corpus; assertam igitur veritatem probemus.

210. Propositio ex relatis modo experimentis, & ex inferius etiam afferendis demonstratur. Materia scilicet electrica corpora impellit, & repellit; in faciem observantis tanquam subtile velum impingit, verumque tactus & impactionis sensum efficit: inflamet materia seu vis electrica lucet, stridet, inflammat, in corpora violenter irrumpit, dolores vel vehementissimos creat, ut multiplici experimento statim referendo constabit: luculentissimis igitur phaenomenis, effectibus, & sensuum testimoniis constat, vim electricam esse verum corpus. Ultro fatemur aliquas in hacce materia observari proprietates, quas in nullo alio corpore deprehendimus; id tamen minime obstat, quominus eam verum esse corpus statuamus, cum omnes corporum caracteres in sese habeat.

211 Ad ea, quae sequuntur, experimenta recte intelligenda, observandum est corpora *non electrica* duplici modo, quod ad rem praesentem attinet, disponi posse in machinis electricis: vel enim ita statuuntur ut immediate, aut mediantibus solum corporibus *non electricis* terram contingant, vel ita aptantur, ut ab omni parte sola corpora *electrica* immediate tangant. Cum hoc secundo modo disponuntur, dici possunt separata, propterea quod sint ab aliis corporibus *non electricis* penitus sejuncta.

212 Separari autem possunt tota machina, homo globum fricans, *conductor*, seu *catena*, & homo conductorem, catenam vel globum excitandi caussa tangens; vel unum, aut aliqua solum ex iis; interimque secundum omnes separandi combinationes experimenta instituo. Ratio corpora hujusmodi separandi est etiam diversa: *conductor* seu *catena*, quae levior plerumque est, & ad magnas distantias aliquando extenditur, vel supra vitreos cylindros, vel chordas sericas, quae electricae sunt, sustinetur. Homines, cum ab aliis non electricis experimentorum gratia separandi sunt, supra quadratas, aut cylindricas picis, cerae, resinae aut sulphuris massas aliquot pollices altas sese sistunt.

DE-

DEFINITIO.

214 *Conductor* in re præsenti dicitur illud corpus *Communicatione Electricum* DB, cujus beneficio vis electrica à globo aut cylindro ad alia corpora transmittitur. Dicitur secundo conductor ille *tubus* horizontaliter dispositur, ex unaque parte globum fere tangens, quo vim electricam ad plurima experimenta instituendum accepimus, quin eam ad alia corpora transmittere velimus: Utrovis sensu accipiatur *conductor*, debet esse à corporibus *non electricis* disjunctus, aliter vim omnem deperderet, ipsque communicaret; filis ipsi ur sericis vel supra vitrum &c. sustineri & ab iis imediate solum contingi debet.

214 2. *Conductor* ex materia per communicationem solummodo electrica fieri debet v. g. aqua, metallis, hominibus, aut aliis animalibus: hæc enim sola sunt, quæ electricitatem perfecte tranfmittunt; omnia vero alia magis vel minus impediunt, prout sunt magis vel minus per frictionem electrica. 3°. Conductor sit forma cylindrica, quantum fieri possit, levigatus, nullisque angulis, prominentiis &c. præditus: per cuspides enim & angulos materia electrica effluit, dissipatur, & ad quæ statuimus corpora non pervenit, ut par erat. Hæc duo innumeris experimentis probata in causa sunt, ut conductores fiant metallici, & cylindrici. De conductoribus duo etiam hæc experimentis demonstrantur. *Primum*, quod illius longitudo virium efficaciæ, & tranfmissioni non officiat; conductorem jam 1300 pedes longum aliqui pararunt, quin ex eo aliqua in electricitate observaretur diminutio (*a*). Utrum vero idem semper eveniet, quæcumque tandem sit conductoris longitudo, puta si ad unam, duas, aut plures leucas extenderetur, id non nisi post præmissa experimenta, & accuratas observationes pronuntiandum est. *Secundum* Quod major vel minor conductoris moles in actionis intensitatem non influat, tan-

(*a*) *Voyez l Enclop. ou Dictionair Raisonè v. conducteur*.

tantumque virium per vectem ferreum, quam per subtile ejusdem metalli filum transmitti (*a*).

216 Quamvis hæc omnia cum primi, tum secundi etiam generis conductoribus æque conveniant; nihilominus cum postremi non ad vim electricam transmittendam, sed ad scintillas excitandum, diversaque experimenta instituendum comparentur, scintillæque eo vividiores habeantur, quo major fuerit conductoris moles, seu diameter, ut quotidianis experimentis edocemur, estque apud omnes certum; hinc hujusce generis conductores parandi sunt, quorum moles sit notabilis. Qui communius ad id muneris adhibentur, sunt tubi ferrei grandiorum sclopetorum proprii; D. *Franklin* tubum chartaceum decem pedes longum, & unius pedis diametri, aurata charta coopertum adhibebat, cujus crassitiem plura spissioris chartæ folia seu laminæ componebant.

217 Vis electrica eadem est, sive magni, sive parvi, aut subtiles sint conductores: phænomena tamen attractionis & repulsionis, scintillarum efficacia, vivacitas, & intensitas à mole pendent: quam tamen rationem, massæ, an superficiei, edita hujusmodi phænomena sequantur, non facile definies. Sunt qui superficierum, sunt & qui massarum rationem servari autument, omnesque rem experimentis confirmare adnituntur. Nullam earum rationum exacte observari, ex ipsismet observationibus facile deduces.

218 Ut à circumvoluto globo ad *conductorem* pertranseat electricitas, ita disponitur conductor, ut aliquo modo globum physice tangat; vel minima inter utrumque sit distantia. Quoniam tamen si conductor, durum scilicet plerumque corpus, globum contingeret, magna inde oriretur resistentia, quæ & globum, & rem totam pessumdaret; ut utrique caveatur malo, conductor aliquanto altius, quam globus statuitur, atque ab illius extremitate globum respiciente aliquæ chartæ fimbriæ in filamenta desinentes demittuntur, quæ gyrantem globum contingant, quin ullam sensibilem resistentiam opponant.

(a) *Memoires del l' Academ.* 1745.

EXPERIMENTUM III.

219 1°. Corpora electrica globum gyrantem, & electrificatum tangentia non solum vim globi electricam non imminuunt, ut diximus, sed ipsa præterea nullum electricitatis indicium, attractionis scilicet, repulsionis, scintillationis edunt. Similiter si conductor globum tangens sit vitreus v. g. aut alterius materiæ electricæ, vim electricam neque in globo imminuit, neque in se recipit, aut ulla ejus phænomena prodit.

220 2°. Si tamen conductor globum electricum tangens sit *non electricus*, ut plerumque fit, v. g. virga, aut catena metallica; sequentia observantur: 1°. Si hujusmodi conductor non sit *separatus*, vim electricam globi extinguit, seu recipit, nullum tamen electricitatis effectum prodet. 2°. Si cum tellure omnino non comunicet, globum electricitate sua non spoliat, ipseque conductor eandem virtutem acquirit, levia corpuscula attrahit, repellit, digitique extremitate attactus scintillatur. 3°. Quod si conductorem ita electrificatum homo terræ immediate insistens, aut catena ad terram usque pertingens tangat, ita ut aliqua tandem ratione conductor cum terra comunicet; tota illico ejus electricitas disparet, & extinguitur, etsi interim globus rapidissime volvatur, tum solumodo appaaritura, cum, comunicatione interrupta, globi frictio continuetur. 4°. Si tamen homo aut quodcumque aliud corpus *non electricum* conductorem tangens sit etiam ipse *separatus*; tum non solum electricitatem conductori non adimit, sed fit etiam ipse electricus, & vulgaria electricitatis phænomena edet: idque pariter fiet, etsi plures sint homines conductorem tangentes, dummodo sint omnes *separati*. Hoc autem secundum duplici modo fieri potest, vel enim singuli imediate conductorem tangunt, vel manibus sese prehendentes continuam componunt catenam, primusque tantum conducto em tangit. 5°. Si hujusce conductoris non electrici extremitati corpus aliquod electricum

v. g.

v. g. vitrum, sulphur &c. appendatur, ita ut conductor maneat *separatus;* conductor quidem fiet electricus, & phænomena electricitatis edet; nihil tamen hujusmodi in appenso corpore observabitur. 6°. Quod si conductorem seu corpus *non electricum* non manu, sed vitro aut alio corpore electrico tangas, nihil de conductoris electricitate dissipabitur, aut vitro communicabitur.

PROPOSITIO XX.

221 *Licet ad aliquos naturalis Electricismi effectus nulla requiratur excitatio; ad Electricismum tamen artificialem, & præcipua etiam naturalis phænomena habenda excitatione opus est.*

Propositio experimentis plane constat: Succinum & Electrum natura atque ingenio suo, nullaque præparatione, aut arte prævia ad sese levia corpuscula attrahunt. Hujusmodi tamen effectus sunt tenuissimi, & paucissimi. Omnia alia Electricitatis phænomena umquam obtinemus, nisi corpora ipsa arte, aliquo nimirum ex supradictis modis tractemus, ut hucusque explicavimus. Et hinc licet corpora plurimum materiæ electricæ in sese habeant, quamdiu tamen illa non excitetur, nullos effectus producunt. Quæ in hac propositione dicimus, iis non opponuntur, quæ superius deduximus.

222 Ratio Electricitatem excitandi multiplex est, atque pro corporum varietate diversa: 1°. Communius corpora origine electrica frictione excitantur, hujusmodi sunt vitrum, pix, sulphur, resina &c. 2°. Aliqua etiam sunt, ad quorum electricitatem excitandam non sufficit sola frictio, sed aliquam calefactionem præcedere opus est, qualia sunt marmora, dentes, & plurimæ animalium partes, atque exuvidi. 3°. Sola fusione electrificatur sulphur: contactu tandem electrica fiunt omnia corpora origine non electrica. Cum de naturali electricitate loquimur, non illam hic intelligimus, quam in atmosphæra, & inter illam atque tellurem existere, in loco demonstramus, sed de electro tantum, & iis corporibus origine seu natura electricis, a quibus aliquos edi effe-

ctus citra ullum artis adjutorium, hac propositione demonstramus.

PROPOSITIO XXI.

223 *Corpora* origine electrica *materiæ electricæ resistunt, eamque ab aliis non accipiunt, neque transmittunt; corpora vero* non electrica *hujusmodi materiæ non opponuntur, eam in se ab aliis corporibus facile recipiunt, transmittunt, fiuntque proinde communicatione electrica.*

Propositionem allata experimenta, & mille aliæ ejusdem generis observationes omnibus notissimæ demonstrant, licet alioqui videri posset incredibilis. Corpora *non electrica* globum tangentia, si cum terra communicent, illum electricitate spoliant; si cum tellure non comunicent, fiunt electrica, & phænomena electricitatis perinde edunt, atque globus ipse: electricitatem etiam aliis quibuscumque corporibus *non electricis*, quibuscum cummunicent, facillime, & æque transmittunt, ac in se ipsis produnt, aut in globo deprehenditur: in quocumque igitur casu verum est, hujusmodi corpora materiæ electricæ impedimento non esse, eam in se recipere, perque ipsa corpora electricitatem in alia transmitti.

224 *Secunda* propositionis pars iisdem experimentis constat: Corpora *electrica* globum aut conductorem *electrificatum* undecumque & quomodocumque tangentia, neque ulla in se ipsis electricitatis indicia, aut phænomena edunt, neque globi aut conductoris virtutem minuunt, neque tandem per ipsa vis electrica aliis cujusvis generis corporibus, quæ immediate contingant, communicatur, & transmittitur: quin imo si conductor tubo vitreo v. g. committatur, qui alium item conductorem *non electricum* excipiat; frustum illud vitri in causa erit, ne ulla electricitas in sequentem conductoris partem communicetur: satis igitur constat secunda propositionis pars.

225 Et hinc universa, quæ tractamus, corpora dici vere possunt, & sunt electrica, diverso tamen modo, hoc est, *origine* aut *communicatione*: quæ origine non sunt electrica, communicatione eam vim acci-

accipiunt, communicatam vel retinent, vel transmittunt, & phænomena electricitatis edunt: quæ vero communicatione vim electricam non accipiunt, ea sunt origine *electrica*. In prioribus nullus contactus communicat, sed sola frictio aut calefactio virtutem excitat. Nihilominus nomina communiter recepta retinebimus, cum ea ad electricitatem originis referantur.

226 Ad corpora electricitati resistentia spectat etiam aer. Luculentissimis id experimentis constat, & superius jam fuit indicatum. Nisi ita esset, electricitas in globo frictione excitata, aut conductori communicata illico dissiparetur, & disparetet, perinde atque extinguitur, cum globum, aut conductorem corpore *non electrico* cum terra communicante contingimus; ab omni enim parte & machinam, & globum, & conductorem aer circumambit, & tangit: aer igitur medio contactu materiam electricam non recipit; illiusque proinde diffusioni, transmissioni, & dissipationi opponitur. Hujus resistentiæ causa materia electrica excitata, aut acquisita in globo, & conductore supra utrumque densatur, accumulatur, & peculiarem componit atmosphæram magis, vel minus densam, atque capacem pro ratione frictionis, & aliarum causarum, ac conditionum, a quibus earum virium excitatio, atque communicatio pendet. Aliis experimentis statim adducendis eadem veritas confirmabitur. Aerem tamen intelligimus siccum, & serenum: si enim sit humidus, copiosisque vaporibus refertus, qualis pluvio tempore, & humidis spirantibus ventis existit; tum vero ratione aquearum particularum, quæ magnam aeres massæ partem componunt, & sunt corpus *non electricum*, materia ipsa electrica per aerem diffundi, dispergi, dissiparique potest, id quod ipsismet experimentis immediate innititur. Atque huic etiam causæ referendum est, quod humido aere experimenta electrica male procedant; excitata scilicet electricitas facile per aerem dissipatur, neque materia electrica eam in globo, aut conductore densitatem acquirit, quæ ad phænomena edenda necessaria existit.

227 Corpora igitur *non electrica* duplici modo possunt esse *separata*; *primo*, si aere omni ex parte circumdarentur, nullique, præter aerem, inniterentur corpori; *secundo*, si corporibus electricis cujuscumque speciei omni ex parte immediate contingantur. Prior modus nubibus convenit, estque nobis in telluris superficie impossibilis: secundo ad corpora separanda, & experimenta instituendum utimur.

228 Animadversione omnino dignum est, corporum electricorum resistentiæ, qua materiæ electricæ dissipationem impediunt, omnia experimenta electrica deberi: nullum enim phænomenon electricum haberemus, si materia electrica eadem facilitate, & proportione, qua globi frictione excitatur, per aerem aut alia circumposita corpora dissiparetur, ut visitur, cum conductor *non electricus* globum tangens, & materiæ electricæ non resistens cum tellure communicat.

EXPERIMENTUM IV.

229 Agente machina, globum superius manu contingat homo aliquis cum aliis corporibus *non electricis* omnino *non communicans*; sequentia observamus; 1°. Hujusce hominis corpus fit illico electricum, levia corpuscula ad 4. aut 3. pedum distantiam attrahit, aut repellit. 2°. Cum ad hominem prope accedimus, quemdam percipimus odorem, qui urinæ phosphorum referre videtur: eumque odorem non tantum versus omnes partes emittit hominis corpus, verum etiam quæcumque corpora non electrica ipse manu teneat, v. g. ferrum & alia hujusmodi prædictum odorem exhalant. Quin imo ferrum seorsim, & immediato globi contactu electrificatum eundem odorem spirat.

230 3°. Quæcumque corpora *non electrica* cum prædicto homine *communicent*, dummodo sint *separata*, vim electricam una cum homine pariter acquirent, eademque electricitatis phænomena edent: pone v. g. longam hominum seriem sese manibus prehendentium, & supra singulas sulphuris massas stantium ordine post primum disponi, qui solus globum aut con-

conductorem tangat, seu manu etiam catenam teneat, quæ e sericis cordicellis suspensa in longissimum tractum horizontaliter extendatur, semper à corporibus *non electricis* cum terra communicantibus *separata*. In utroque casu relata phænomena observabis: illud præterea notatu dignum animadvertimus, quod catena, hominum series, aut alia corpora ab hominis contactu electrificata ejus virtutem, & intensitatem non minuant, quamtumvis magis semper, & magis eorum longitudo crescat; quin imo prædictorum corporum, catenæ scilicet, hominum seriei &c. longitudine crescente, vividior tam in homine ipso, quam in aliis observatur virtus, & virtutis phænomena, quamtumvis cætera omnia sint paria: quo quidem non minus admiratione dignum est hoc alterum, quod scilicet vis electrica in tota catena, tubo, aut serie hominum dispareat & dissipetur illico ac alius terræ insistens digito eorum alterum contingat, aut quacumque alia ratione vel unius cum tellure fiat communicatio; ita ut eodem temporis puncto tota virtus tam hominis, aut annuli immediate attacti, quam alterius cujuscumque vel remotissimi dissipetur. Quod si homo, qui solus globum tangit, a contactu desistat, reliquis, ut prius, manentibus, tota hominum series, catena &c. per aliquid temporis acquisitam virtutem servat, quæ tamen paulatim semper languescit, quoad penitus dissipetur, & evanescat. In hac tamen virium conservatione, aut amissione non leve inter diversa corpora discrimen observatur; animantia enim citius vim amittunt, quam capaciores ferrei tubi: omnia tamen in eo conveniunt, quod *separatione* interrupta æque cito vires amittant.

231 4°. Machina agente, & catena, aut hominum serie electrificata, alius solo insistens, ac proinde non electrificatus manum paulatim ad catenam, seu potius ad alterius è serie hominis faciem admoveat; fluidum subtilissimum à facie sese contra manum diffundens, & ipsam lenissime quasi tenuissimus venticellus vellicans tactu ipso sentiet: magis accedente manu, major erit halitus sese diffun-

fundentis sensus; digito denique ad aliquam faciei partem labrum v. g. accedente, & digitus, & labrum in tenebris luminosa apparebunt, tandemque accedente magis, & fere jam tangente digito, vivida quædam, & clara è proximiori faciei parte scintilla cum fremitu in digitum erumpit, & emittitur, ex qua & in digito, & facie dolor enascitur. Scintillæ vivacitas, magnitudo, & ortus inde doloris sensus ab electricitatis intensione dependet: aliquando enim est vividissimus, aliquando remissus; erumpit autem scintilla, quamcumque hominis, aut vestis illius partem contingas.

EXPERIMENTUM V.

232 Machina, & globo vitreo exposita ratione dispositis, ferreum filum, cujus diameter erat quadrans lineæ, duo mille hexapedas longum ope sericarum chordarum horizontaliter suspensum fuit: alia ejus extremitas globum fere contingit, ad alteram globus plumbeus suspenditur, ita ut & filum ferreum, & globus plumbeus cum corporibus electricis non communicent. Hisce ita constitutis, atque machina agente, observamus:

233 1°. Eodemmet sensibili instanti, quo electricitas filo ferreo fuit communicata, globus plumbeus ad duo mille hexapedas a machina locatus levia corpuscula attrahebat, aut repellebat, scintillas emittebat, cum a corpore aliquo *non electrico* tangebatur; atque hujusmodi effectus eadem intensitate, vivacitate, & tempore à globo plumbeo edebantur, vel ad dictam distantiam & extremitatem fili, vel ad ejus medium, vel prope globum, vel quacumque alia in parte ex filo suspenderetur.

234 2°. Cum loco globi plumbei corpora *non electrica* adhibemus, cæteris eodem modo peractis relata phænomena eodem modo eduntur, nisi quod eorum intensitas, atque vivacitas pro corporum diversitate est etiam plane diversa: alia scilicet, ut diximus, facilius, promptius, & magis vivide electricitatem acquirunt, & phænomena edunt, quam alia.

235

235 3°. Si loco ferrei fili conductorem alium *non electricum* v. g. lineam chordam adhibeamus; res perinde se habent, si electrificationis facilitatem excipias: longe enim facilius per metalla, quam per lignum, & alia hujusmodi corpora electricitas recipitur, transmittitur, & communicatur.

236 4°. Cum, remoto plumbeo globo, corpus quodcumque aliud *electricum* in ejus locum substituimus, quantumvis conductor sit maxime electrificatus, nullum in substituto corpore electricitatis indicium, aut phænomenon deprehendes. Similiter si conductorem *non electricum* tollamus, & alio electrico v. g. serico rem tentemus, vel conductorem quidem ferreum adhibeamus, illum tamen funiculis non sericis, ut fieri solet, sed lineis suspendamus: in utroque casu, quantumvis adnitamur, ut electricitatem, prædictaque ejus phænomena excitemus, nihil obtinebimus. In primo scilicet casu electricitati resistit conductor electricus; in secundo etsi conductor sit corpus *non electricum*, non est tamen ab aliis non electricis *separatum*.

237 5°. Etsi electricitas tam in conductore, quam in appenso plumbo sit intensissima; vix homo terræ insistens plumbum, aut conductorem in quacumque illius parte digito contingit, tota illico electricitas, & phænomena disparent, atque evanescunt: iterum tamen deprehenduntur, si digitum amoveat, & machina, ut prius, agere pergat. Fac tamen hominem esse *separatum*; quamtumvis appensum plumbum, aut conductorem tangat, nihil de electricitate, observatisque ejus phænomenis decedet, immo & homo ipse electrificabitur, eademque in ipso phænomena deprehendentur.

238. 6° Filum ferreum ita dispositum fuit, ut primum quidem a globo per mille hexapedas recta horizontaliter distenderetur, inde duplici angulo facto iterum ad globum dirigeretur, priori ductui parallelum, atque ab eo decem pedes dissitum, eoque pacto quamdam rectanguli speciem referret: utraque extremitas a globo aliquot pedes erat separata, earumque uni plumbum appenditur, alteri vis electrica a globo communicatur ope exiguæ catenu-

tenulæ *separatæ*, supra globum innixæ, quæ ab eo electricitatem accipiens per aliudsui extremum, conductori pro libito applicandum, admovendum, aut removendum, vim electricam illi communicat. Eodem autem temporis momento, quo exigua illa catenula jam electrificata primo conductoris extremo applicatur, electricitas in opposita extremitate, & plumbeo globo animadvertitur, omniaque illic phænomena supradicta eduntur, ita ut nulla hactenus diligentia aliquod temporis discrimen observari potuerit: eodem enim momento, quo catenula conductoris extremo applicatur, scintillam è globo plumbeo educimus, aut bracteæ aureæ attrahuntur, & repelluntur.

239. 7° A conductore ita disposito, & electrificato catenulam remove: vim electricam 5 aut 6 minutis retinebit: vix tamen ac catenulam separalli, primam conductoris extremitatem tange; illico emissa scintilla, & in tota catena, & in opposita extremitate, atque in appenso plumbeo globo electricitas omnis evanescit. Hæc quidem, ut postea explicabimus, non obscuram referunt fulguris & fulminis ideam.

240. 8. Ferreum filum hactenus descriptum aliqua in parte ita secetur, ut extrema divisionis puncta minus, quam pedem a se invicem removeantur: agente machina, atque electricitate conductori applicata, & communicata; observamus, materiam electricam cum impetu sese ab uno ad aliud fili extremum per medium aerem projicere, & in plumbeo globo extremo conductoris puncto appenso eadem, ac prius, electricitatis phænomena, atque indicia edere: materiæ electricæ transitum ab uno ad aliud fili segmentum non impediunt aut ventus validissimus ope follium excitatus, aut corpora electrica inter utrumque segmentum data opera interposita; impediunt tamen, & penitus sistunt corpora *non electrica*, & omnia generatim corpora madefacta; sed si resecta segmenta medio alio filo inflexo; & per mediam aquam transeunte committebantur, atque continuabantur, electricitas filo ipso per mediam aquam promptissime pertransibat. Hoc etiam

iam notatu dignum observatur, quod fumus quamtumvis spissus nulli impedimento erat, flamma tamen interposita, illico sistebat materia, ejusque fluxus impediebatur.

PROPOSITIO XXII.

241. *Materia electrica est materia fluidissima, atque subtilissima, visque electrica aliud non est, quam hujusmodi materia excitata & in motu posita.*

Utraque propositionis pars ab experimentis jam expositis manifeste deducitur, & aliis phænomenis inferius proponendis ulterius confirmabitur. Materia, quæ per densissima corpora, qualia sunt metalla v. g. aurum, ferrum &c. permeat, ab aqua & quamplurimis aliis corporibus tum solidis, tum etiam fluidis non detinetur, sed per illa omnia liberrime, & citissime movetur, quæ tamquam halitus, & tenuissima aura sufflat, per omnes nostrorum corporum reconditiores sinus, ossa, nervos, musculos pertransit, lucet tandem, & flammam componit, atque mille alia hujusmodi phænomena edit, quæ non nisi a subtilissima substantia produci possunt, est proculdubio materia subtilissima, & fluidissima: auram enim, flammam, lucem esse materiam fluidissimam, & subtilissimam, certum est apud omnes. Propositionem luculentius etiam vel ad evidentiam ab iis experimentis demonstramus, ex quibus constat, materiam electricam non super solidorum corporum superficiem fluere, sed per intimam eorum massam, atque soliditatem permeare. Hæc alia est veritas, & electrici fluidi proprietas ab experimentis immediatis confirmata, ut sequenti propositione probabimus.

242. Secunda ejusdem propositionis pars æque evidens est. Etenim nullum omnino corpus in alia agere potest, nisi per verum motum. Neque vim materialem concipimus, quin corpus motum concipiamus, neque motum corpus intelligimus, quin vim materialem intelligamus. Quamdiu scilicet corpus aliquod omnesque ejus partes omnino quiescunt, nihil ab illo efficitur. Ipsamet ratio electri-

ctricitatem in corporibus excitandi, ipſimet ejuſdem effectus, atque characteres luculenter demonſtrant, nihil hic apparere, niſi fluidiſſimam & ſubtiliſſimam materiam in motu poſitam. Præterea vero ſecunda hæc propoſitionis pars, quæ a nemine in dubium vertitur, ex eo etiam demonſtratur, quod juxta experimenta inferius referenda nulla omnino electrica phænomena a corpore quocumque origine, aut communicatione electrico edantur, quin ab eo ſubtiliſſimæ materiæ effluvia, torrentes, ſcintillæ, aut pennicilli erumpant, aut in illud confluant; neque viciſſim materia illa è corpore uno in aliud effluat, quin electrica edantur ſigna, phænomena, & effectus.

PROPOSITIO XXIII.

243. *Materia electrica, ejuſque actio velociſſime per longiſſima ſpatia tranſmittitur, atque per intimam deferentium corporum maſſam & ſoliditatem tranſcurrit, & permeat.*

244. Prima propoſitionis pars ab experimento §. 1. 2. 3. 4. 5. 6. luculentiſſime conſtat: ex iis enim demonſtratur, ſenſibuſque ipſis obſervamus, eam eſſe materiæ electricæ velocitatem, talique celeritate per longiſſimum ſpatium tranſmitti, atque ab uno ad aliud extremum percurrere, ut nullum omnino temporis diſcrimen, aut durationem diſtinguere poſſimus, dum ab uno conductoris extremo ad oppoſitum per 4 mille hexapedas tranſmittitur; quamtumvis maxima diligentia ad hanc velocitatem, aut ſucceſſivum motum diſtinguendum adhiberetur, experimentumque ejus rei gratia potiſſimum inſtitueretur. Multa tamen in re præſenti notanda ſunt ad materiæ electricæ proprietates, atque naturam, ſi fieri poſſit, magis explicandum.

245. *Primum*: Ex hoc & aliis quamplurimis experimentis edocemur, hujuſmodi electricitatis per conductores, & quæcumque corpora non electrica tranſmiſſionem eſſe verum ejuſdem materiæ motum localem, nequaquam vero actionis, aut virium ſolummodo diffuſionem: Ex repentina enim illa, & inſtan-

instantanea electricitatis transmissione dubium orie-batur, materia ne ipsa transferretur, an potius ad instar soni, luminis, aut virium elasticarum per continuam materiam transmitteretur actio. Sed experimenta dubium omne tollunt: scintillæ enim, quas e conductore displodimus, luminosique illi penicilli, qui a globo in catenam, seu conductorem, a conductoreque ipso perenniter erumpunt, atque evibrantur, materiæ electricæ torrentes motu locali rapidissimo per corpora transcurrere demonstrant. Quænam autem sit vis illa simplex, & primitiva, a qua hujusmodi materia ad motum adeo velocem determinatur, id experimenta nostra non demonstrant, neque nos, nisi divinando conjicere possumus, ut ex lectione altera constabit.

246. *Secundum:* Quoniam igitur verus hic est materiæ electricæ localis motus, mediisque hujusmodi motu relata modo phænomena, imo & omnes illius effectus peraguntur; consequens est, ut electricæ materiæ transmissio sit reapse successiva, & aliquantillum temporis quantumvis insensibile in illa impendatur.

247. *Tertium:* Ipsa tamen materia electrica, licet eadem intensitate, & viribus a globo vitreo in conductores transmittatur; multiplices velocitatis gradus in diversis corporibus habet, pro varia ipsorummet conductorum indole atque natura magis minusve electricæ materiæ resistenti. Sunt scilicet corpora omnem materiæ electricæ transitum omnino negantia, qualia sunt origine electrica: sunt, quæ illam facillime recipiant, & velocissime transmittant, ut metalla: inter hæc & corpora origine electrica multiplex corporum species, atque ordo intercedit, quæ pro varia eorum natura multiplicem resistentiæ gradum diversum electricæ materiæ opponunt. Huculque nullum agnoscimus corpus, per quod facilius, atque velocius transcurrat, quam per metalla; & hinc ex materia metallica communiter construuntur, & parantur conductores: quem vero ordinem inter se habeant aliorum corporum resistentiæ majores, aut minores, compertum non habemus. Hæc igitur inpræsentiarum constant

tant, aliqua corpora electricitatis transmissionem penitus sistere, atque impedire: alia esse, per quæ tanta celeritate transcurrit, ut inter initium, finemque motus nullum omnino tempus percipiamus: per alia denique corpora transmitti quidem materiam electricam, sed sensibile tempus in transmissione, atque motu impendi. Hoc postremum multiplici experimento comperit *du Fay* (a).

248. Velocissimus hic materiæ electricæ motus, etsi alia deessent, non improbabilem inter fulmina & electricitatem analogiam ostenderet. Maxima scilicet illa, & vix non instantanea fulminum velocitas, quæ magnum philosophis negotium facessit, simile modo habet in natura phænomenon: & cum aliunde omnia in fulminibus, & scintillis electricis conveniant, ut in loco demonstramus; electrica tandem experimenta ad physicam fulminum naturam effectus, & phænomena agnoscendum nos duxerunt. Neque solum fulmina, sed omnia ignea metheora nihil aliud esse, quam electricitatem naturalem in atmosphæra excitatam, atque ab uno ad alium locum transcurrentem, ex rei utriusque phænomenis demonstratur. Interim notare sufficiat, instantaneos, aut tardos etiam materiæ electricæ motus & instantaneam fulminum velocitatem, & tardum stellarum cadentium, ignis fatui, & aliorum metheoron motus referre, omnia enim hæc metheora eamdem, ac fulmina ipsa, naturam habere indubium mihi est, & in loco probavimus.

249. Secunda Propositionis pars ab experimentis etiam evincitur. Materia enim electrica per intimos humani corporis nervos, musculos, ossa permeat, dolorem in eorum medullis creat, dum corpus humanum facto experimento Lugduno-Batavico succutit, ut inferius dicemus. Deinde eademmet materia metalla dissolvit, in vitrumque etiam convertit, cum illa sunt vitrificationis capacia: hæc autem fieri nequeunt, quin per intimam corporum massam materia electrica permeet.

250.

(a) *Mem. de l' Acad. anno 1733. Mem. quatrieme &c.*

250. Rursus Pix, atque vitrum, corpora nimirum origine & magnopere quidem electrica, hujusmodi materiæ maxime resistunt, eamque neque intra se recipiunt, neque transmittunt, nisi difficillime quibusdam solummodo in casibus: catenam igitur, seu conductorem metallicum picis, & mastices crusta per palmum unum, aut alterum obducimus: factoque experimento, æque vividæ educuntur scintillæ, omniaque alia electricitatis phænomena, & signa ante atque post catenæ partem pice obductam. Similiter tubus vitreus fuit mercurio repletus, atque ex utraque parte apertus, ut mercurio facillime communicari posset electricitas, & ab illo ulterius transmitti. Experimento autem instituto, & electricitate ad aliud tubi, seu mercurii extremum communicata, omnia ejus phænomena ad oppositam extremitatem edebantur. Cum igitur materia electrica per media illa corpora origine electrica non permeet, per mediam cæterorum corporum, hoc est, auri, argenti &c. substantiam permeare dicendum est.

251. Duo hic opponi possent. *Primum:* Quod corpora omnia electrificata suam circa se habeant electricitatis atmosphæram, hoc est, quod materia electrica circa tubum v. g. electrificatum peculiarem componat atmosphæram, intra quam agit, ut inferius experimentis etiam probabimus: per eam igitur atmosphæram, aerem scilicet rarum transcurrere poterit, quin intimam corporum massam permeet. *Secundum:* Corporum impenetrabilitas, soliditas, atque densitas v. g. auri velocissimo illi extraneæ materiæ motui opponitur. Respondeo. Materiam electricam circa conductorem aut alia corpora electrificata in atmosphæras componi inferius demonstrabimus; experimentis pariter constat, eamdem materiam per exiguam aeris massam conductoris partes separantem cum impetu, & stridore evibrari; insimul tamen iisdem experimentis manifestum est, & probavit *Beccaria* (a), materiam electricam non per aerem & atmosphæram, quam com-

(a) *Elettricità artificiale capo 3.*

componit circa conductorem, ab uno ad aliud extremum transcurrere, sed per ipsammet corporis substantiam, eamdemque materiam longe densiorem intra conductorem, quam circa illum accumulari. Equidem cum magnam illam in aere resistentiam ad motum offendat, nullam vero, aut fere nullam in metallis, mirum non est, quod per conductorem, non circa illum transcurrat; id quod ex aliis praeterea rationibus, & experimentis adductis evincitur. Ad id, quod secundo loco opponitur, duo tantummodo dicam, materiam scilicet electricam per conductoris poros permeare, non per propriam illius substantiam impenetrabilem. Mirum id non videbitur, si quae de corporum porositate diximus, memoria adhuc tenes. Quae autem vires, aut primitiva causa materiam electricam ad velocissimum illum motum per intimos metallorum poros rectos, obliquos, transversos determinet, atque impellat, a Deo quaere.

PROPOSITIO XXIV.

252. *Materia Electrica per medium aerem perrumpit, atque evibratur, quamtumvis magnam in perrumpendo aere resistentiam patiatur, eamque prius superare oporteat.*

Duo in propositione affirmantur, materiam nimirum electricam per medium aerem irrumpere; aerem tamen resistere, hujusmodique resistentiam prius superari oportere: utrumque autem experimenta superiora, & alia quamplurima conficiunt. Quod enim primum attinet, observamus materiam electricam ab una ad aliam divisi conductoris partem separatam per medium aerem transmitti, magno cum impetu transcurrere, & evibrari; licet per unum, aut alterum pedem partes conductoris inter se distent. Deinde cum electrificato conductori digiti apicem admovemus, ad eumdem non paucos pollices a conductore adhuc distantem scintillae electricae explduntur, & cum impetu, atque stridore intra digitum absorbentur. Alia afferre ad rem omnium confessione indubiam ulterius commeman-

mandam supervacaneum omnino esset. Animadvertendum solummodo, non per qualemcumque aeris extensionem posse materiam electricam perrumpere, sed per modicam tantum unius, aut alterius pedis distantiam ab uno ad aliud corpus communicatione electricum vibrari. Hæc tamen distantia eo major erit, quo minor fuerit siccitas aeris, electricitas autem in corpore intensior, & magis densa: primum ex hisce duobus ex eo eruitur, quod aer humidus minus electricæ materiæ resistat: secundum ex eo patet, quod electricitatis vires aucta densitate augeantur: utrumque immediatis observationibus, partim jam supra relatis, partim etiam referendis innititur.

253. Secundam Propositionis partem, quam jam superius attigimus, plurima experimenta demonstrant. Primo enim si magna inter electrificata corpora separata interponatur aeris massa, ab uno ad aliud non transmittitur, neque evibratur materia electrica, nisi ea sit aeris humiditas, & impuritas, ut conductoris etiam munus agere possit. 2° Corpora electrificata, & aere ab omni parte circumdata materiam electricam facile retinent, nisi aeris humiditas eam alio derivari permittat. Equidem nisi hæc esset aeris natura, atque conditio, vix ulla esset naturalis, aut artificialis electricitas, ejusque phænomena: hæc enim omnia, ut postea probabimus, ex eo pendent, quod materia electrica in aliis corporibus accumuletur, atque addensetur, in aliis vero rarescat, ut scilicet ab unis ad alia secundum æquilibrii leges transfluere possit: ad id autem opus omnino est, ut hujusmodi materia in corporibus, & circa corpora detineatur, atque a libero effluxu impediatur. 3° Electrici luminosi penicilli e corporibus electrificatis erumpentes intra machinæ pneumaticæ recipiens eo facilius evibrantur, longius extenduntur, minus dividuntur, quo minus aeris intra recipientis capacitatem existat. Ita nimirum aptatur machina, ut per superiorem campanæ vitreæ partem filum metallicum partim interius introducatur, partim vero exterius emineat, quin aeris extractioni, & vacui inductioni

officiat. Agente machina, & catenæ extremitate superiori metallici fili parti applicata, per inferiorem ejusdem fili extremitatem intra recipientis capacitatem versus machinæ patinam metallicam hac lege visitur pennicillus electricus, ac luminosus, ut dum recipiens est aere plenum, perinde intra recipiens, atque in aperto aere appareat; aere autem rarescente, & paullatim extracto, eadem ratione magis semper extendatur pennicillus, minusque dividatur; quod scilicet rarescente aere, liberius profluat materia electrica.

254. Hinc igitur est stridor ille, quocum scintilla electrica e conductore, aut ab alio quocumque corpore electrificato per medium aerem evibratur, cum digiti extremitatem conductori admovemus. Ex una enim parte aer, corpus maxime elasticum, rarum, & compressionis capax, ad sonum edendum est omnino aptissimus, immo & necessarius; ex alia vero, cum electricitati resistat, ab illa repellitur, rumpitur, dilatatur: ad sonum igitur edendum determinatur. Nullus etiam hujusmodi stridor ab evibrata scintilla producitur, cum in vacuo exploditur. Analoga hæc etiam sunt tonitruum murmuri, ut in loco dicimus. Ex dictis etiam infertur, atque experimentis confirmatur, aeris resistentiam aucta densitate augeri, sicut etiam materiæ electricæ intensitas pro majori illius densitate crescit.

PROPOSITIO XXIV.

255. *Materia Electrica communicatur, addensatur, & accumulatur in corporibus communicatione tantum electricis, quamdiu non communicant, nisi cum corporibus origine electricis, atque proinde sunt separata.*

Propositionis sensus est, quod corpora non electrica, qualia sunt metalla, ac proinde catena, aut conductor, dum ex una parte corporibus electricis excitatis, v. g. globo, aut tubo vitreo electrificato adhærent, ex nulla vero cum terra, seu corporibus communicatione electricis communicant, electricitatem a globo accipiant, illaque in iis addensetur, atque accumuletur, quoad vel paullatim per humidum

dum aerem, vel per alia corpora electrica impura, vel tandem per corpus non electricum, & cum tellure communicans tota materia effluat.

256. Quod materia electrica a globo, seu corpore aliquo electrificato transfluat, & communicetur in corpora non electrica, jam supra brevissime attigimus, atque inferius luculentissime demonstrabitur, cum Electricitatis theoriam, & materiæ electricæ circulationem ex phænomenis, atque experimentis evincemus; interim notare sufficiat, luminosum illum pennicillum, qui a globo in conductorem, & ab opposita conductoris extremitate perenniter effluit, agente machina, & in machinam etiam dirigitur a cuspide alicujus ferreæ virgæ, quæ agenti machinæ admoveatur, satis superque demonstrare, perennem electricæ materiæ torrentem e gyrante globo in corpora non electrica communicari, in iisque recipi. Illæ etiam vividissimæ scintillæ, quæ è corporibus quibuscumque electrificatis exploduntur, & in corpora non electrica evibrantur, cum ab iis tanguntur, aut alia aliis prope admoventur, rem omnino demonstrant. Sed hæc iterum inferius ab immediatis experimentis deducentur.

257. Materiam vero electricam corporibus non electricis communicatam, in iis addensari, atque accumulari, si & corpus sit separatum, & pennicillus a globo in ipsummet corpus, v. g. conductorem effluere pergat, facile constat, *primo*, Quia siccus aer origine electricus, & electricitati maxime resistens, atque conductorem omni ex parte circumdans materiæ dissipationem impedit, eamque in conductore, ac circa conductorem detineri compellit. 2° Experimento, & communicatione materiæ procedentibus, vividior ex conductore elicitur luminosa scintilla, aliaque etiam electricitatis phænomena eduntur intensiora, vividior nimirum ex scintilla dolor sentitur, efficaciores, atque ad majorem etiam distantiam sese produnt attrahentes, & repellentes vires; major etiam ab explosa scintilla stridor in aere editur, atque multa alia iis similia. 3° Id tandem luculenter demonstrabitur ab experi-

 men-

mento Lugduno Batavico inferius exponendo; ex quo, & innumeris aliis constat, conductorem, & similiter omnia alia corpora non electrica paullatim materia electrica quasi onerari.

258. Hujusmodi addensatio, atque accumulatio electricitatis in corporibus fit per ejusdem materiæ compressionem intra corporis poros, & circa illius superficiem. Quare cujuscumque corporis electricitas quosdam limites transcendere non potest, neque corpora magis semper & magis fieri electrica: habent enim corpora certos compressionis terminos, ultra quos progredi naturæ viribus non possumus. Corpora etiam diversa pro varia eorum indole, atque textura plus minusve electricæ materiæ in sese recipere possunt, majorisque, aut minoris compressionis ejusdem materiæ sunt capacia. Id modo nobis sufficit experimentis demonstrasse, materiam electricam hac esse proprietate præditam: *quod nimirum sit addensationis, accumulationis, & compressionis capax.*

PROPOSITIO XXV.

259. *Corpora electrificata, quamdiu excitatam, aut acceptam virtutem conservant addensatam, atque accumulatam, peculiarem electricitatis atmosphæram habent.*

Est dicere, materia electrica in corporibus, in quibus excitatur, aut recipitur, in atmosphæræ formam componitur. Id primo constat ex ipsismet electricitatis phænomenis: corpora electrificata ad aliquam a se ipsis distantiam & repellunt, & attrahunt, cæteraque electrica phænomena edunt: cum igitur hæc omnia peragantur media virtute, seu materia electrica ab iisdem corporibus effluente, aut circum illa existente; consequens est hujusmodi corpora aliquam circa se habere virtutis electricæ atmosphæram, atque virtutem, quam ab ipsa materia non distinguimus. 2° Cum ad electrificatum conductorem digitum admovemus scintillæ eliciendæ causa, sequentia observamus: e majori distantia aut nullam, aut remissam, atque tenuissimam

mam elicimus scintillam, digito autem gradatim ulterius admoto, vividior gradatim, & vividior semper evibratur scintilla, atque sentitur dolor, & succussio. Paria omnino atque similia in attractionibus, cæterisque phænomenis observamus, vis scilicet attrahens in data quadam distantia remississime agens, intensior semper, & intensior distantia decrescente evadit. Hæc eadem atmosphæra, atque electrica virtus secundum intensionem, atque extensionem plurimum alteratur: aucta enim electrificatione, intenditur, ampliatur; explosa scintilla, dissipatur, & evanescit: corpora electrificata, atque sibi relicta aere circumquaque circumdata eamdem longiori breviori ve tempore conservant: aliqua enim corpora origine electrica v. g. ambarum eam semper habent, alia, quæ excitatione opus habent, tandem amittunt, in aliquibus tamen eamdem electricitatem per annum, & amplius observarunt *Du Fay*, & *D. Gray* (*a*): sed corpora communicatione tantum electrica, qualia sunt metalla, eam vim ut plurimum post exiguum tempus amittunt; servarent tamen, si ea in impurum aerem circumpositum non transmitteretur.

260. Ex propositione, atque adductis rationibus experimento innixis deducitur ejusdem atmosphæræ electricæ indoles, atque natura. Ea scilicet cæterarum atmosphærarum instar circa corpus componitur, ad certum usque limitem extenditur, ab eo termino usque ad corpus ipsum intensitate, atque densitate crescit: pro varia electrificationis, seu electricitatis intensione fit etiam densior, atque amplius extenditur. Hanc corporum electrificatorum atmosphæram electricos vortices aliqui nuncupant: loquere, ut libuerit.

COROLLARIUM.

261. Ex duplici hac propositione, atque ab ipsis etiam immediatis experimentis deducitur notabilis alia materiæ electricæ proprietas, quod scilicet illa

(*a*) *Memoires de l'Acad.* 1734. *cinquieme Memoire &c.*

vim habeat expanſivam, atque diffuſivam, qua ſcilicet, cum addenſata, atque in aliquo corpore accumulata eſt, ſeſe circumquaque expandere, atque diffundere adnititur, & ad æquilibrium in corporibus componere, illudque ſemper affectare. Si ab experimentis probare poſſimus, veram hanc eſſe materiæ electricæ proprietatem; facile erit demonſtrare, hoc etiam eſſe univerſale, & ſimpliciſſimum principium, atque totius rei electricæ theoriæ, & phænomenorum cauſam, ac fundamentum, quod ſcilicet materia hujuſmodi in integro terreſtrium corporum ſyſtemate ſparſa, atque diffuſa exiſtens, potenſque in aliquibus corporibus alterari, excitari, tranſmitti, accumulari, addenſari, vim habeat expanſivam, ac diffuſivam, qua æquilibrium ſemper affectet, & ſeſe juxta æquilibrii leges, atque corporum indolem componere, & diſtribuere adnitatur. Rem modo paucis indicemus, fuſius poſtea proſecuturi. Materiam electricam in corpora, in quibus antea non erat, in metallicum ſcilicet conductorem confluere, intra eorum maſſam recipi, circa illa etiam atmoſphæras componere, in iis atmoſphæris, atque intra illa corpora addenſari, & accumulari, hactenus ab experimentis didicimus: cum primum electrificato conductori, ſeu materiæ electricæ accumulatæ digitum, aut aliud quodcumque corpus non electricum admovemus, in quod nimirum electrica illa materia effluere, atque communicari poſſit; magno ſtatim cum impetu illa exploditur, evibratur ſecundum intenſitatis ſuæ rationem, atque per admotum illud corpus non electricum diſtribuitur. 2° Cum primum corpus aliquod electrificatum v. g. conductorem alio corpore non electrico, ſeparato, quamtumvis magno contingimus, electricitas illico in ſecundum hoc corpus a primo communicatur, tranſmittitur, & ita diſtribuitur, ut in utroque illo corpore ad æquilibrium componatur. Ex his & quamplurimis aliis experimentis inferius adducendis ſatis evincitur, materiam electricam in corpore aliquo addenſatam ſeſe per alia corpora expandere, atque diffundere ſemper adniti; poſitivaque circumdantium corporum origine electricorum reſi-

resistentia opus esse, ut expansiva hu us materiæ virtus impediatur, ipsaque materia in separato corpore detineatur; cum semel ac positiva illa resistentia quacumque ex parte tollatur, illico versus eamdem partem materia expandatur, & evibretur.

262. Porro corpora compressionis, addensationis, & accumulationis capacia, ejusque indolis, ut addensata versus quamcumque partem effluant, expandantur, & dilatentur, sunt proculdubio corpora virtute expansiva, atque simul diffusiva prædita, undecumque tandem vis ea proveniat. Id sane est quod observamus in aere, & aliis corporibus elasticis fluidis, igne v. g. aut vaporibus. Unde autem materia electrica vim illam expansivam habeat, ab aliqua nimirum elasticitate, an potius a simplicissima alia causa primitiva, id ego neque disputo, neque ab ullo mortalium divinari potest. Si tamen res ita se habet (habere autem modo leviter attigimus, latius infra probabimus), materiæ electricæ accumulationi, atque addensationi in corpore, ruptoque æquilibrio, & vi expansivæ ejusdem omnia electrica phænomena debemus: nisi enim accumularetur, atque addensaretur in corporibus, & vi prætcrea sese expandendi esset prædita; neque rumperetur æquilibrium, neque cum impetu efflueret, neque scintillaret, neque alia ederet phænomena ab hac scintillatione, & expansione omnino pendentia. Sed de his postea.

PROPOSITIO XXVI.

263. *Materia electrica in corpus aliquod transmissa per illud uniformiter diffunditur; dummodo tamen ipsum sit homogeneum.*

Propositio & a vi expansiva materiæ, & ab immediatis experimentis demonstratur. Etenim cum illa habeat vim expansivam, qua sese versus omnes partes ad æquilibrium componi annititur, nisi obstet peculiaris aliqua corporum resistentia, quæ magis ab una, quam ex aliis partibus diffusionem impediat, æqualiter versus omnes partes intra corpora homogenea diffundetur, & uniformiter sese expan-

det. Rem sane ita fieri in aere, corpore nimirum expansivo, & versus omnes partes (cum compressus est) sese dilatare conante, quotidie observamus. 2° Deinde conductor, aut corpus quodcumque aliud non electricum, sed homogeneum electrificetur: in quacumque parte illud contingamus, & rem pari modo exploremus, æqualem virium intensionem, scintillas æque vivas, pares succussiones, & hujusmodi alia phænomena observamus: vis igitur seu materia electrica uniformiter intra corpus distribuitur. Aliqua tamen animadvertenda sunt: 1° Ita diffunditur uniformiter hæc materia, ut atmosphæram uniformiter intensitate decrescentem componat, ut superius diximus. 2° Hæc electrica corporum atmosphæra aucta eorum superficie augetur, hoc est, corpora, quæ majorem habent superficiem, atmosphæram etiam electricam habent ampliorem, atque intensiorem, licet aliunde plurimum in massa, & densitate differant. Quare electricitatis intensitas in corporibus communicatione electricis, de quibus modo loquimur, videtur esse proportionalis & materiæ electricæ accumulationi, seu densitati, & alicui etiam superficierum rationi directæ. 3° Crescente etiam corporum longitudine, amplior in iis observatur, atque intensior atmosphæra, eadem vel diversa sit corporum densitas, atque natura. Id saltem in pluribus corporibus verum esse deprehenditur, ut præter allata experimenta videre est apud *Becariam* (a). Nequaquam tamen asserere audeam, duo hæc postrema aut in omnibus corporibus locum habere, aut in corpore aliquo esse semper atmosphæræ intensitatem, aut extensionem in directa rationem superficierum, aut longitudinum. In re præsenti experimenta pedetentim semper sequi oportet.

4° Si corpora in angulos desinant, aut eorum superficies acutis cuspidibus terminentur; longe aliter se res habet, ut postea dicemus. Peculiaria circa rem hanc phænomena experimentis passim con-

(a) *Elettr. Artificiale*.

confirmata probate propositioni non opponuntur, proprietates vero superius dictas confirmant.

PROPOSITIO XXVII.

264. *Materiæ electricæ motus in corpore non electrico fit versus omnes partes, antrorsum scilicet, retrorsum, ad omnia etiam latera, sursum, deorsum &c.*

Hæc etiam veritas ab experimento deducitur, & vim hujus materiæ expansivam confirmat. Conductorem, aut catenam quamtumvis longissimam, aut quodcumque aliud corpus communicatione electricum, postquam sint valde electrificata, a globo separemus, & ex quacumque parte digito, aut alio corpore non electrico, neque separato contingamus; omnis illico materia electrica, qua erant imbibita, displosa scintilla emittitur. Materia igitur electrica per totum illud corpus æqualiter, aut uniformiter distributa, tam motu directo a globo versus catenæ extremitatem, quam retrogrado ab extremitate versus machinam, tam laterali, a centro nimirum versus periphæriam, quam etiam sursum, aut deorsum effluit: si enim catenam prope machinam contingis, tota materia retrogreditur, & ex parte contactus exploditur: si mediam catenam a latere tangas, tota materia partim motu directo, partim laterali cietur, & effluit.

Proprium scilicet hoc est materiæ vi expansiva præditæ, quæ violenter compressa, atque addensata, ex quacumque parte effluendi via aperiatur, versus illam confluit, ut in aere observamus. Duo in natura sunt huic proprietati, aut phænomeno analoga, motus scilicet fulminis, & aeris compressio, expansio, & elasticitas. Fulgura enim vero non solum quoad velocitatem motus fere instantanei, sed quod etiam directam, retrogradam, & laterales directiones attinet, prædictam electricitatis proprietatem exhibent. Quamplurima etiam aeris phænomena fuse a nobis in loco exposita hanc electricæ materiæ indolem omnino referunt.

EX-

EXPERIMENTUM VI.

265 Attractionem, & repulsionem corporum à materia electrica factam quamplurima diversa accidentia comitantur, quæ & sunt observatione digna, & ad electricitatis naturam agnoscendum viam sternere possunt. Corpora origine electrica ad sese levia corpuscula attrahere, jam superius notavimus: hujusmodi attractiones versus quamcumque trahentis corporis partem fiunt, sunt tamen parum notabiles, cum ad exiguas solum distantias, atque minutissima levissimaque corpuscula extendantur. Attractionis igitur phænomena a corporibus electricis, cum fricantur, vel a *non electricis*, cum vim accipiunt, edita prosequamur. Corporis electrici v. g. globi vitrei frictione facta, constanter observamus, primo attractionem fieri potissimum versus eam partem, quam fricamus; cum globum vitreum convolvimus, frictio ut plurimum supra ejus æquatorem fit, atque supra eundem æquatorem maxima vis attrahendi observatur. Secundo, corpora attracta breviori, quæ fieri possit, via ad electricam corpus feruntur.

266 3. Corpora solum per communicationem electrica, postquam sunt electrificata, ex omni parte, atque ad quælibet eorum puncta attrahunt: cum enim nulla in iis frictio locum habeat, & materia electrica per integram eorum massam, aut superficiem diffundatur, nulla eorum pars est, quæ non attrahat, & repellat. Observatur nihilominus vim electricam hujusmodi corporum facilius, atque majori intensitate in eorum a gulis sese exerere, ab iisque majori cum impetu erumpere, repellere, attrahere, quam ubi nullæ sunt cuspides, atque anguli. Affirmare tamen non ausim, rem in omnibus corporibus non electricis eodem modo se habere: est in iis multiplex substantiæ, partiumque diversitas, & species: a puriorique, aut impuriori corporum substantia multoties pendet major vel minor virium intensitas.

267 4°. Attractiones electricæ sunt reciprocæ, tamque corpus attrahens versus attractum, quam postre-

ftremum hoc verfus primum accedere adnititur, & reapfe accurrit, nifi caufa & impedimento aliquo detineatur: Electrificato tubo exigua & fubtilia folia aurea æreæ laminæ impofita admoveamus; ad tubum folia volabunt: aureum folium manu teneamus, ne moveri poffit, eique exiguum tubum electricum, filo ferico fufpenfum, & facile ofcillans admove: tubum verfus immotum folium accurrere obfervabis. Aureis foliis electrificatis, & æreæ laminæ v. g. impofitis manum admove: folia electrificata ad manum non electrificatam accurrent. Duo aurea folia, vel globos ex charta inaurata conftructos æqualibus filis ita fufpende, ut moveri æque facile poffint, fint in eadem altitudine, atque ad 6, aut 7 pollicum diftantiam inter fe conftituantur: eorum uni vim electricam communica: eos illico ad fefe mutuo, & æqualiter accurrere animadvertes.

268 Tandem hæc, aut fimilia alia experimenta in omnibus corporum fpeciebus tentemus: omnia corpora a virtute electrica attrahi comperimus, fi flammam excipiamus, quæ nullum attractionis indicium prodit. Atque hinc liquet magnum inter vim electricam, & magneticam difcrimen: cum fecunda hæc ad ferrum tantummodo, atque magnetem extendatur, prima vero omnia corpora, flamma excepta, comprehendat. Ex hifce etiam non obfcurum elicitur argumentum ad vim magneticam in peculiari particularum effluvio conftituendam: licet enim quamplurima fint phænomena & proprietates magneti peculiares, quarum caufam, actionifque modum non facile comprehendamus, neque aliquid in vi electrica iis analogum reperiamus; nihilominus cum fummum difficultatis caput ipfammet attractionem, & repulfionem fpectet utrobique communem: per ejufdem aut fimilis naturæ caufas res eft ubique peragenda, atque explicanda: fi igitur hujufmodi caufam in rebus electricis fluentem materiam effe conftat; idem etiam magneticarum proprietatum ftatuendum eft principium.

EX-

EXPERIMENTUM VII.

269 Viribus electricis attrahentibus omnia naturæ corpora subesse experimur, magnum tamen est virium intensitatis, atque facilitatis, quibus corpora attrahuntur, discrimen. Quæ circa hoc experientia demonstrat ad sequentia capita generatim reducuntur.

270 1°. Ex omnibus corporibus facilius, promptius, vividius attrahuntur metalla, & in his aurum, argentum, cuprum: atque hinc ex hisce potissimum metallis levia illa, atque exigua folia parantur, in quibus electricæ attractionis phænomena exhibemus, atque contemplamur.

271 2°. Corpora, quibus hujusmodi folia ad experimenta capiendum imponi debent, ut tubis electrificatis admoveantur, debent esse omnino *non electrica*, nominatim vero patinæ æreæ v. g., aut argenteæ affabre politæ, & levigatæ, quas ipse manu teneas, atque inferius tubo electrificato admoveas. Si hæc varientur, experimenta quidem, & phænomena utcumque eveniunt, non tamen satis bene procedunt.

272 3°. Corpuscula, seu aurea hæc folia ad experiendum adhibenda, minuta esse debent, levissima, atque 3 circiter pedes supra terram elevata; neque inter illa & tubum electricum corpus aliquod *non electricum* esse debet, vel in patina elevari, quod minus à tubo distet, quam prædicta folia. Aliter enim omnis pene vis electrica ad interpositum, seu minus distans illud corpus *non electricum* derivaretur.

EXPERIMENTUM VIII.

273 *Attractionem* electricam sequitur, & æquat *Repulsio* ab eadem electricitate, atque in iisdem corpusculis peracta: atque hoc alterum est singularis electricitatis proprietas, cujus natura, & peculiaria phænomena ad seqnentia capita immediatis experimentis comperta reducuntur.

274

274 1°. Minuta illa & levia corpuscula, aurea folia &c. quæ ad corpora electrica attrahuntur, electrificato tubo superius v. g. ad justam distantiam admoveamus; si electricitas sit jam satis efficax, & intensa, vix folia ad tubum avolantia illum tangunt, cum illico resiliunt, & repelluntur: quod si electricitas sit intensissima, folia ad tubum avolantia, ne ad illius quidem contactum perveniunt, sed a duorum vel trium pollicum distantia illico repelluntur, supra tubum (si illuc repellantur) manent in aere suspensa, quoad aliquantillo temporis ellapso, iterum versus tubum præcipitantur, unde iterum repelluntur, eaque repulsionis, suspensionis, & attractionis continuata vicissitudo tamdiu tenet, quamdiu experimentum prosequi velimus.

275 2°. Si folia à tubo repulsa in corpus aliquod *non electricum* cadant, aut impingant, cui scilicet acquisitam electricitatem communicare possint; tum vero illico ac in corpus impegere, ad tubum revolant, ab eo eadem promptitudine repellenda. Et hinc si supra patinam metallicam folia illa aurea tubo inferius admoveas, folia ipsa ultro citroque celerrime, atque vivissime vibrata, & ludicrum quoddam spectaculum exhibentia non sine jucunditate observabis.

276 3°. Folia ipsa, aut alia similia corpuscula, dum repelluntur, alia etiam corpuscula attrahunt, si per eorum viciniam transeant; contra tamen in attractione, seu dum ad tubum electricum præcipitantur: quod scilicet in primo vim etiam ipsa habeant electricam à tubo, quem fugiunt, communicatam: in secundo autem, ut illam acquirant, ad tubum advolent. Quod si is, quo utimur, tubus sit solummodo communicatione electricus, eumque, dum folia repulsa in aere manent suspensa, digito contingamus: illico folia ad tubum præcipitantur, non amplius ab illo avolatura, quoad nova tubo communicetur electricitas.

277 4°. Quoniam attractio & repulsio sunt vires omnino contrariæ, ad oppositos terminos tendunt, atque ab una ad aliam si transitus; in hujusmodi transitu erit earum virium æquilibrium: factum igitur

fuit

fuit periculum ad hujusmodi æquilibrium assequendum, & corpusculum in aere suspensum detinendum. Ferreæ laminæ horizontali, sericis cordicellis suspensæ, *separatæ*, & mediocriter electrificatæ folium aureum quadratum tenuissimum, & exiguum inferius admovetur, donec ad laminam ferream advolet: cum ab illa post contactum vibretur, & postea iterum, electricitate amissa, attrahatur; manum repulso folio inferius offerendo, remque in diversis distantiis tentando, ad id perventum est, ut folium inter manum, & laminam ferream conservaretur suspensum, oppositosque angulos, manui unum, laminæ alterum opponeret.

278 5°. Si foliis aureis a tubo electrico repulsis, ac proinde electrificatis corpora admoveas electrica, aut non electrica, quorum tamen electricitas excitata, aut comunicata, minor sit, & remissior, quam illa est tubi, a quo folia vim suam acceperunt; folia ad hujusmodi corpora attrahentur: nequaquam tamen, si oblata corpora parem, atque tubus, electricitatem habeant. Similiter loco tubi repellentis alium substitue: si tuborum electricitates sint æquales, folia à primo repulsa perinde a secundo repulsa esse pergent; si secundi tubi remissior sit electricitas, ad eum præcipitabuntur.

279 6°. Eidem electrico tubo quamplurima aurea folia offerimus, ad illum omnia æqualiter accurrunt: post contactum tamen non solum a tubo sed a se ipsis mutuo repelluntur, & fugiunt, ita ut eo magis sese fugiant, & repellant, quo intensior fuerit electricitas, & ipsa longius repellantur. Idem observabis phænomenon, si ferreæ laminæ, seu conductoris extremitati quemdam appendas argenteorum filorum libere pendentium farsciculum, seu penicillum, aut pulveres etiam laminæ ad ipsius extremitatem imponas. Electricitate enim laminæ ferreæ communicata, minutissima pulveris grana vibrantur, a lamina ferrea, & a sese mutuo recedendo. Omnia etiam penicilli fila sese expandunt, singula a singulis repulsa. Eumdemmet effectum mutuæ particularum repulsionis in corporibus etiam liquidis observamus.

vamus, quamtumvis fluidorum corporum partes genio suo relictæ sibi mutuo adhæreant.

COROLLARIA.

280 Ab hisce experimentis plurima deducuntur modo fusius explicanda. 1°. Patet discrimen inter corpora origine, & corpora communicatione tantum electrica: quod prima ex ea solum parte agant, per illam accipiant, ex illaque emittant electricam materiam, in qua fricantur, dum interim omnes ejusdem corporis partes fere nullum electricitatis indicium edunt: longe vero aliter se res habeat in corporibus communicatione tantum electricis, quibus nimirum satis est, materiam electricam ex una tantum parte applicari, ut per omnem illico corporis massam æqualiter distribuatur. Posterioris ratio videtur esse, præter compressivam, & & expansivam materiæ electricæ virtutem, quod corpora non electrica origine sint veluti proprium ejusdem materiæ receptaculum, non ita vero corpora origine electrica, ut plurimi Phy ci suspicantur, & primus asseruit *Watson*, eam facile recipiant, facileque etiam amittant, si a nulla impediantur resistentia: dum e contrario corpora origine electrica, & vitrum nominatim, non solum materiæ electricæ resistant, sed eam etiam aliis corporibus numquam communicent, nisi cum aliunde circa se ipsa recipiunt: hactenus saltem nulla arte potuit consequi, ut a vitro electricitatem eliceremus, nisi eam aliunde acciperet. Primum vero præter modo dicta ex eo est, quod cum corpora origine electrica v. g. vitrum materiam intra se aliunde non recipiant; illa ab una ad aliam vitri partem intra ipsum non transmittitur; confluit igitur, atque addensatur circa partem affrictam; cum tamen aer hac illac etiam eidem materiæ resistat; ad latera etiam non delabitur, neque proinde circa globum in atmosphæram componitur. Ex proprietatibus igitur materiæ electricæ experimento compertis, & ex noto corporum electricorum a non electricis discrimine phænomenon descendit. Hinc etiam est notabilis alia eorum corporum differentia, quod

quo, scilicet corpora communicatione electrica semel ac attingantur corpore non electrico, neque *separato*, omnem electricitatem, explosa scintilla amittunt, non vero corpora origine electrica. Id vero ulterius confirmat quod superius diximus, materiam electricam intra corpora non electrica fluere, non vero circa illa per eorum atmosphæras, & aerem evibrari.

281 2°. In corporibus communicatione electricis vis hæc versus omnes partes æqualiter agit, distribuitur, effunditur: cujus rei causa ex hactenus dictis satis constat.

282 3. Quod flamma a materia electrica non attrahatur, neque repellatur, ex peculiari ejus partium statu provenit. Flamma sunt particulæ corporum, quæ inflammantur, inter se divisæ, & peculiari motu agitatæ: dum enim in corporibus quiescebant, nullam componebant flammam: omnes autem hujusmodi particulæ, dum flamma non sunt, hoc est, eum motum, atque statum non habent, attrahuntur: Si igitur solummodo non attrahuntur, postquam in flammam abierunt, id totum a statu inflammationis pendet. Dicine poterit, flammam non attrahi, quia ejus partes continuo semper motu diffluunt, atque dissipantur?

PROPOSITIO XXVIII.

283 *Corpora levia attrahuntur, donec æqualem acquirant electricitatem, seu atmosphæræ densitatem.*

Experimenta proposita rem demonstrant. Corpora enim levia vix electricam atmosphæram attingunt, atque ingrediuntur, attrahi incipiunt: lentius tamen & remissius, quam cum intra eamdem atmosphæram altius fuerint immersa; quo magis ad electrificatum corpus admoventur, magis etiam augetur attractionis intensitas: interim tamen dum attrahuntur, & ad corpus accedunt, electrificantur, & vim attractivam, atque repulsivam acquirunt: quamdiu igitur ad contactum non perveniunt, augetur ut plurimum eorum electricitas, cum ejus intensitas uniformiter usque ad corpus electrificatum major semper

per exiſtat: cum ad contactum pervenere, ad ſummam electricitatis intenſionem accedunt; tum vero ob peculiarem ejus materiæ indolem, ſeu vim expanſivam, & tendentem ſemper ad æquilibrium, & æqualem diffuſionem, vim electricam æque intenſam accipiunt, atque in attrahente corpore exiſtit: illa igitur materia in attracto corpore æque denſa, & accumulata æquales habet vires, imo & atmoſphæram, aut ſi mavis, vorticem circa ſe ipſum æquis viribus ſeſe expandentem, atque corpus attrahens. Cum igitur corpora attracta tum ſolum repellantur, cum ad contactum pervenere, aut prope contactum (ſi electricitas ſit maxime intenſa), uſque ad contactum autem ſemper attrahantur; manifeſtum eſt, levia corpora attrahi, donec acquirant æqualem electricitatem; ſeu atmoſphæræ denſitatem.

284 Attractio igitur corporum ex eorum inæqualitate virium, ſeu denſitatum materiæ electricæ, aut vorticum tum intra ipſa corpora, tum circum ipſa exiſtentium provenit. Quamdiu enim attrahuntur corpora; virium intenſitates non habent æquales; cum primum autem materia electrica ad æqualem in utriſque virium, & atmoſphæræ intenſitatem pervenit, illico ſe fugiunt corpora: inæqualitas igitur virium in attractionem influit.

Rurſus ex eodem principio, atque experimento ſequitur vim expanſivam virtutis electricæ in hoc etiam ejus materiæ phænomenon maxime influere: ex ea enim virtute expanſiva oritur æqualis illa ejuſdem materiæ per duo præfata corpora, attrahens ſcilicet, & attractum diſtributio, ut diximus; cum igitur uniformis hæc, atque æqualis diſtributio, ſeu æqualitas virium ad corporum repulſionem requiratur, tamdiuque ſeſe attrahant corpora, quamdiu ad eam virium æqualitatem non perveniant, conſequens eſt, utriuſque phænomeni principium, & cauſam eſſe vim expanſivam materiæ electricæ. De his tamen iterum redibit ſermo.

PROPOSITIO XXIX.

285 *Ubi est inæqualitas virium, seu densitatum materiæ electricæ in duobus corporibus, illic est attractio, ubi vero vires fuerint æquales, illic repulsio.*

Est dicere; tamdiu corpora sese mutuo attrahent, quamdiu inter illa sit inæqualitas virium, seu densitatum materiæ electricæ, tamdiu vero sese repellent quamdiu æqualem habuerint electricitatis intensionem. Propositio ex modo dictis fere jam demonstrata est: ulterius tamen experimento, & ratione confirmatur. Et quidem, quod secundam partem attinet, cum materiæ electricæ particulæ vim habeant diffusivam, & expansivam, qua sese mutuo ad æquilibrium componere adnituntur, & per corpora uniformiter distribuuntur, consequens est, ut sese mutuo, & æqualiter repellant: imo mutua hæc, atque æqualis earum repulsio est ejus diffusionis, atque distributionis causa; nisi enim sese repellerent, in compressionis statu permanerent. Pone igitur duo levia corpora æqualem, habere electricitatem, atque ad mutuum contactum pervenisse; cum atmosphæras, aut vortices electricos habeant æque intensos, & sese mutuo repellentes, alterum ab altero necessario fugient. Sed experimentis tantummodo rem agamus: ex iis vero, quæ §. ultimo retulimus, ad evidentiam demonstratur, corpora æqualiter electrica sese mutuo repellere, quoad extra suarummet virium atmosphæras detrudantur. Cum vero experimenta rem eamdem in omni corporum genere demonstrent; cum non modo solida, sed etiam fluida, non modo corpora electrica, sed etiam non electrica, imo & electricitas ipsa, seu particulæ electricæ, dummodo libere moveri possint, sese expandant, fugiant, repellant, cum æqualem electricitatis intensionem habent: satis ab experimentis demonstrata est secunda propositionis pars.

286 Primam similiter phænomena, & experientia evincunt. Equidem corpora electrificata, & virium atmosphæris prædita ad sese attrahunt corpora quæcumque non electrificata & ab iis vicissim attrahun-

tur, seu potius ad illa æqualiter deferuntur, & impelluntur, cum omnis actio corporum sit mutua: in his autem omnibus est actionum, & virium inæqualitas. Deinde si foliis aureis, aut quibuscumque levibus corporibus electrificatis alia admoveas etiam electrificata, minori tamen, aut majori virtute prædita, quam prima; ad sese mutuo semper trahuntur, quæcumque tandem sit corporum species, quæ observationibus adhibentur: sat igitur experimentis demonstrata est utraque propositionis pars.

COROLLARIUM.

187 Quamplurima ex hoc principio, & electricæ materiæ proprietate phænomena deducuntur, & spontanea etiam effectuum explicatio, quos passim in rebus electricis observamus, & partim jam retulimus, partim vero deinceps afferemus: unum modo indicare, & deducere sufficiat, alia multa inferius prosecuturi. Iterati illi aureorum foliorum, & imaguncularum itus, & reditus atque promptissima, ac vivacissima subsultatio a tubo ad patinam, & vicissim a patina ad tubum, est necessaria illius principii consequentia: folium aureum non electricum patinæ impositum, & tubo electrificato admotum, ab illo (vix ejus atmosphæram ingreditur) attrahitur, cum sit virium inæqualitas: vix ad contactum pervenit, æqualem virium intensitatem, & atmosphæræ densitatem acquirit: illico igitur repellitur ad patinam: semel ac in patinam impingit, corpus nimirum communicatione electricum, & cum Terra communicans, vim totam, & atmosphæram amittit, quæ ob vim expansivam per enormissimum Telluris globum distribuitur, ut postea fusius explicabitur: amissa electricitate, en virium iterum inæqualitatem: ad tubum igitur avolat folium materiam accepturum, & denuo revolaturum: atque hoc modo actionum, & virium æqualitas, atque inæqualitas, earumque vicissitudo ludicrum illud spectaculum nobis exhibet. Quodsi loco patinæ metallicæ corpus aliquod origine electricum substituas, cui aureum folium

imponatur, & supra quod recidat: tum vero post primam repulsionem a tubo ad illum non revolat; quia cum electricitatem acceptam non transmittat, virium æqualitatem servat; semper repellitur: illud tamen digito continge, illico ad tubum revolat; quia vires ab illo extraxisti; ad inæqualitatem igitur redit. Si folium a tubo sursum in aerem repellatur; 7 aut 8 minuta suspensum detinetur, quibus elapsis in tubum labitur; & attrahitur: quia eo in casu paullatim solummodo materiam electricam circumposito aeri impuro, & natantibus in illo vaporibus communicat, atque ad inæqualitatem reducitur. Pluri a his similia inferius exponemus, atque eodem principio explicabimus.

PROPOSITIO XXX.

288 *Vires repellentes eo sunt majores in corporibus electrificatis, quo intensiores sunt electricitates aliunde æquales.*

Hæc propositio non solum ex probato hactenus principio, sed, quod caput est, ab ipsismet experimentis immediatis deducitur. Materiæ electricæ particulæ, cum vi expansiva, & sui diffusiva præditæ sint, qua sese mutuo repellunt, ad æquilibrium quoad densitatem, & raritatem secundum corporum ipsorum indolem distribuuntur: quo magis igitur hujusmodi particulæ fuerint accumulatæ, atque compressæ, & densæ, eo intensior in iis erit vis repellens, atque expansiva, secundum propriam corporum elasticorum compressorum indolem, ut in aere animadvertimus, cujus vis elastica, & expansiva compressioni & accumulationi partium est proportionalis.
2. Crescente electricitate corporum, augetur etiam eorum atmosphæra electrica non solum secundum amplitudinem, sed etiam secundum intensitatem, cæteris quidem paribus: sicut igitur crescunt vires attrahentes absolutæ aucta virium intensione, crescent etiam repellentes; cum utriusque virtutis elementa, hoc est, partes electricæ numero, & accu-

cumulatione augeantur. Præterea commune hoc etiam est aliis qualitatibus, puta calori, luci &c.

289 Sed experimenta ipsa citra omnem argumentorum, & verborum ambagem propositionem demonstrant: quamdiu scilicet tubus, aut conductor modicam habent vim electricam, levia corpora non solum ad minorem distantiam, sed etiam remissius repellunt post contactum, quam postquam vehementius electrificantur: cum igitur in contactu pares sint virium intensiones in utroque corpore sese contingente; eo vehementius sese repellunt corpora, quo intensiores in iis fuerint electricitates aliunde æquales.

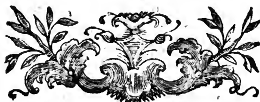
PROPOSITIO XXXI.

290 *Intensitas virium attrahentium est in ratione directa inæqualitatis virium, seu electricitatum, hoc est, eo vehementius sese attrahent corpora, quo major in iis fuerit densitatum electricarum inæqualitas, aut differentia.*

Duo scilicet hæc ratione, & experimentis confirmata habemus, æqualitatem virium, seu densitatum esse principium, & causam repulsionis, inæqualitatem vero attractionis: æqualitas non potest augeri; possunt tamen augeri intensitates, & vires utrinque semper æquales: & hinc vires repellentes crescunt solummodo crescentibus virium densitatibus aliunde semper æqualibus; cum æqualitas sit semper ad repulsionem necessaria. Ex adverso inæqualitas multiplici ex capite augeri potest inter duorum, aut plurium corporum vires: vel enim in uno corpore crescunt, in alio minuuntur, vel in uno augentur, in alio invariatæ manent: vel inæqualiter crescunt, aut decrescunt in utroque; atque hoc modo plures combinationes fieri possunt circa duarum virium inæqualitatem, quas inferius prosequemur, cum peculiaria phænomena exponemus. Modo enim universalem legem probare sufficiat.

291 Corpora levia omni electricitate destituta, & ad atmosphæram corporis electrificati admota attrahuntur: rursus si duo levia corpora tubo electrico

admoveamus, quorum unum nullam, aliud vero aliquam, sed remissiorem, quam tubus ipse, electricitatem habeat; longe vehementius primum ad tubum rapitur, quam secundum: atque hoc ipsum generaliter in omnibus corporibus. Deinde plura levia corpora inæqualiter electrificemus, atque eidem tubo ad æquales distantias admoveamus; vehementius semper illa attrahi, & ad tubum convolare observabimus, inter quæ major existit virium, seu intensitatum differentia; quocumque tandem ex capite id discrimen proveniat. Ratio etiam ipsa proprietatibus electricis aliunde notis innixa rem demonstrat: Inæqualitas scilicet virium, seu densitatum attractionem semper producit: aucta igitur caussa, crescet etiam secundum eamdem rationem effectus. Quare duo corpora inæqualibus electricitatibus prædita consideranda sunt relate ad se invicem, atque ad attractionis phænomena, quasi inter illa non esset nisi densitatum discrimen, atque virium differentia; secundum illam enim tantummodo sese mutuo attrahunt. Plurima hic explicari possent nota alias phænomena, quæ a duabus hisce propositionibus dependent, atque deducuntur: omnes etiam virium combinationes adduceremus, secundum quas electricitatum discrimina, atque relativæ actiones comparari possunt: omnia tamen hæc commodius infra explicabimus.



EX-

§.

EXPERIMENTA, ET PROPOSITIONES

QUÆ

MATERIÆ ELECTRICÆ PHÆNOMENA IGNEA, ET LUMINOSA SPECTANT.

EXPERIMENTUM I.

292 HActenus priores materię electricæ proprietates, *Excitationem* nimirum, *Communicationem*, *Attractionem*, *Repulsionem*, *Motum* consideravimus; aliqua etiam obiter attigimus ejusdem materiæ lucem, atque calorem spectantia; postrema hæc duo pari sane admiratione digna modo prosequamur: atque ex modo dicendis superius jam exposita iterum confirmabuntur.

293 1°. Si corpora quædam origine electrica vehementer perfricemus, atque in tenebris contemplemur; lucem illa ex sese emittere animadvertemus: quin etiam eorum aliqua post peractam frictionem in tenebris servata diuturnum satis tempus lucebant, id quod in adamantibus potissimum, aliisque pretiosis lapidibus comperit *Boyle*, *Guerike*, *Hauksbèe*, *Du Fay* & alii.

294 2°. Hujusmodi lumen non tantum in aperto aere & pleno, sed etiam in vacuo diffundebatur, & lucebat; primumque hoc fuit lucidum phænomenon in materia & corporibus electricis animadversum. Magna, quæ inter ipsum, & phosphoros intercedit, analogia bene multis persuadet, eamdem utrobique esse causam, & materiam. Hæc tamen phænomena nihil fere sunt, si cum aliis modo dicendis comparentur.

295 3°. Omnia corpora, quæ electricitatem aliqua tandem ratione, frictione nimirum aut communicatione acquirunt, hoc est, omnia, aut fere omnia corpora nobis nota, sicut attrahunt, & repellunt, cum electrificantur, ita & lucem aliquam, ac ignem ex se emittunt, aut in se recipiunt. Lucis tamen, & scintillarum e diversis corporibus erumpentium vivacitas, intensitas, color magnum inter se discrimen habent. Inter omnia corpora origine electrica primum tenet locum adamas, gemmæ reliquæ, & vitrum; quorum lux clarior, & vividior est, quam illa ambari, resinæ, picis &c.

296 4°. Hominem electrificatum & *separatum* alius non electrificatus, neque separatus digito attingat; luminosa illico scintilla a contacta hominis parte in digitum evibratur, quæ non modo illuminat, sed eum in digito, ac contacta hominis electrificati parte dolorem creat, quem ex adustione sentimus; vividiorque, aut remissior est pro electricæ materiæ atque scintillarum erumpentium intensitate.

297 5°. Cum scintilla elicitur vivacissima, ac in spiritum vini dirigitur, in eoque recipitur, eum inflammat, idemque omnino in aliis corporibus similibus peragit. Duo hæc postrema phænomena, quorum primum *Du Fay*, secundum *Ludolf* primi experti sunt, dubitare amplius non permittunt, fluidum electricum esse verum, ac proprium ignem, quam sententiam omnium primus in medium produxit *Du Fay*. Infra tamen demonstrabimus, ignem electricum peculiares habere proprietates, quæ communi minime conveniunt.

298 6°. E corporibus origine electricis clarior, vivacior, atque intensior elicitur scintilla, cum illa corporibus non electricis fricantur, puta charta inaurata, manu arida, & aliis similibus. Iterum tamen hic animadvertendum est, hoc phænomenon, sicut & alia superius relata, feliciter non procedere, nisi corpora ad experimentum adhibita prius exsiccentur, si aliquam forsitan habuissent humiditatem ante frictionem. Eædem etiam scintillæ vividiores, atque intensiores sunt (cæteris paribus) post vehementem frictionem, quam post paucas solum

ale-

globi revolutiones; quod argumento est, corpora electricas scintillas evibranti fluido electrico parumper instrui, quasi sclopetum, seu potius cuniculi nitrato pulvere instruuntur: Quæ quidem cum superius dictis consonant, imo ea confirmant.

299 7. Alia præterea animadversione prorsus digna in hoc ipso experimento observamus: si ille, qui globum, aut corpus aliud electricum perfricat, cum tellure immediate, aut mediis solummodo corporibus non electricis communicat, electricitatem in globo excitat, & ad conductorem transmittit: si sit *separatus*, quamtumvis vehementer, & diuturne frictio producatur, nulla in globo electricitas excitatur, neque in conductorem transmittitur.

EXPERIMENTUM II.

300 Ita construatur machina, ut globus & in libero aere & intra machinæ pneumaticæ recipiens, aere plenus, aut evacuatus convolvi, atque fricari facile possit, ut à Domino *Du Fay*, aliisque peractum fuit. Machina agente & globo quatuor hisce indicatis modis fricato, generaliter observamus, materiam lucem atque ignem electricum longe facilius intensius atque vivacius in vacuo, quam in pleno excitari; per vacuum, quam per liberum aerem, diffundi.

301 1°. Si globum evacuatum communi ratione fricemus; frictione vix incepta, vivacissimos luminis radios ex tota globi circumferentia versus centrum per vacuum diffundi, atque ad hujusmodi phænomenon producendum vel levissimam frictionem satis esse animadvertimus. Aerem deinde in globum paullatim ingredi permittamus: tum vero quamtumvis frictio data opera procedat vehementissima; lumen electricum sensim remitti, eoque magis languescere observamus, quo plus aeris ingreditur. Rem etiam intra aerem condensatum intra recipiens tentavit *Du Fay*, atque experimento comperit, aeris condensationem electricitati omnino obesse, nullamque globi, aut tubi vitrei aere condensato, & violenter compresso pleni frictionem satis

esse

esse ad ejus electricitatem excitandam, & electrica phænomena tum intra, tum extra tubum edenda (*).

303 3°. Ea facilitate atque promptitudine in spatium vacuum irruit, ut satis sit, recipienti, seu vasi cuicumque evacuato tubum electricum admovere: ante contactum enim fluidum electricum in vacuum irruit, totamque objecti vasis capacitatem illuminat. Clarior etiam, atque vividior animadvertitur materiæ electricæ in vacuo splendor, cum vas ipsum evacuatum succutitur, circumagitur, aut alio quocumque modo movetur, quam si maneat immotum.

304 4°. Phænomenon mirabile pariter atque jucundum hac in re Domino *Hauksbée* omnium primo contigit, plures vero alii post ipsum observarunt. Globum vitreum cavum 6 pollicum diametri cera signatoria fusa inferius ita obduxit, ut tota zona inter utrumque polarem circulum esset illita, & opaca; a polis solummodo circulare spatium a cera liberum, & diaphanum relinqueretur. Globo evacuato machinæ adaptato, & supra manum prementem circumvoluto, cum e polis observabatur, in interiori, concavaque globi superficie supra opacam ceram luminosa manûs fricantis imago, manui ipsi respondens apparebat in parte, qua premit manus, itaque distincta videbatur imago, quasi manus ipsa esset luminosa, cera vero signatoria esset omnino diaphana: si digitus tantummodo premat, digitus tantum videbitur: uno verbo, illæ solum manus partes apparent lumine depictæ, quæ globum premunt, digitorum intervallis penitus obscuris.

EXPERIMENTUM III.

306 Corpora communicatione tantum electrica lucem atque scintillas multo vividiores, ac intensiores, & impetu longe vehementiori emittunt, quam corpora origine electrica. Atque hinc est, quod ad

(*) *Lorsque l' air fut condensé du double de l' etat naturel, j' eux beau frotter le tube, je ne pus pas apercevoir la moindre lumiere, & il ne parut aucune etincelle.*

ad hujusce generis experimenta, & phænomena observandum priora illa corpora semper adhibeamus, aliisque omnibus præferamus. In iis scintillis eliciendis præter ea, quæ supra diximus, præcipue observamus sequentia. *Primum*: Si *conductorem* non electricum, v. g. ferreum filum, catenam, animalia ope globi vitrei electrificata, vel globum ipsum digito attingamus; scintillæ ab hisce corporibus in digitum evibrantur: a prioribus tamen corporibus ignis electricus vividior, intensior, magis unitus, majorique strepitu, quam a globo erumpit, & veluti exploditur, quamtumvis omnem, quam habent, electricitatem a globo priora illa corpora accipiant.

306 *Secundum*: Scintillarum evibratarum intensitas atque vehementia rationem superficiei, & longitudinis corporum è quibus evibrantur, habere videntur, ut jam superius monuimus. Rursus evibratæ scintillæ eo ut plurimum clariores sunt, magisquè splendent, quo majori cum impetu evibrantur: vehementior vero est impetus pro ratione intensitatis materiæ e corpore non electrico erumpentis, hoc est, in ratione densitatis, atque accumulationis materiæ in corpore electrificato. Et hinc cum conductores, seu tubi satis longi, atque capaces adhibentur, post vehementem & diuturnam eorum frictionem adeo promptæ, vividæ, & intensæ e tubo evibrantur scintillæ, ut tubum ipsum fulgurare diceres: fulgura nimirum, ut in parvo fieri potest, perfecte referunt, cum præter splendoris oculos ferientis vivacitatem, scintillæ in objecta corpora è distantia satis magna vehementissimo cum impetu, & strepitu in oculi ictu evibrentur, atque acutissimum generent dolorem.

307 *Tertium*: Si tubum electrificare diuturno tempore pergemus, quin ab illo scintillas eliciamus, postquam satis materiæ electricæ in tubum pertransiit, & densam atmosphæram circa ipsum componit, materia ipsa electrica nullo externo corpore extrahente, e conductore ipso suamet indole, atquè ingenio evibratur; tubus interim circumquaque luminosus apparet, & aliquando etiam fluidum electricum forma scintillarum, & torrentis ignei erumpit

pit: id tamen a conductoris figura maxime dependet: per conductoris enim angulos, siquos habeat, atque extremitates ignis plerumque effluit; effluendo autem pennicilli formam refert, cujus apex tubum ipsum respicit, illique inhæret, atque insistit, ad partem vero oppositam basis dilatatur, & radii ipsi ampliantur, ac divergunt. Luminosi hujusce pennicilli radii non solum a corpore recedendo divaricantur, sed eo magis ampliantur: quo vehementior fuerit electricitas & materia densior; eorumque evibratio strepitu quodam peragitur eum sonum referente, quem ardentes capilli, aut virides rami subtiles edunt.

308 *Quartum*: Cum digitum v. g. tubo electrificato ad scintillam eliciendam admovemus, novus apparet radiorum electricorum pennicillus luminosus, digito adhærens, priori quidem respondens, multo tamen minor, & positione contrarius: radii enim qua parte digito insistunt, divaricantur, & cum extra digiti superficiem in aere parum extendantur, stellulam quamdam luminosam digito insistentem referunt, quo nomine eos postea radios nuncupabimus. Generatim præterea observamus, quod in duorum, aut plurium corporum communicatione electricorum comparatione, quorum alia aliis sint vehementiori electricitate instructa, pennicillus semper appareat ex corporis vehementius, & intensius electrici; stellula autem e contrario ex parte minoris electricitatis videatur. Atque hinc, & ex aliis experimentis inferius adducendis statim demonstrabimus, pennicillum luminosum esse materiæ electricæ è corpore effluentis indicium, stellulam vero materiæ ejusdem influxum in corpus aliquod minus electricum indicare. Neque etiam omittendum, quod si conductor sit vehementi electricitate instructus, in cuspidem desinat, illumque ulterius semper electrificare pergamus; ex conductoris cuspide pennicillus perenniter effluat, & copiosum exilientis fluidi torrentem referat.

309 *Quintum*: Secundus ille pennicillus, seu stellula pro intensiori etiam tubi electricitate, atque superficie vividior est, & vehementior, tamdiuque durat

rat, quamdiu prior alius, effluentis materiæ indicium, apparet, & corpus minus electrificatum alteri vehementius electrico rite admovetur. Singulis hisce penicillis in manum v. g. receptis acutus semper generatur dolor: ab iis præterea, cum in spiritum vini, pulverem nitratum, aut alias materias facile combustibiles recipiuntur, prædicta corpora inflammantur, aliqua etiam funduntur, aut in calcem rediguntur, pro varia corporum indole; pluraque alia peculiaria fulgurum phænomena, species, & affectiones exhibentur.

EXPERIMENTUM IV.

310 Nullum hactenus circa rem Electricam factum fuit experimentum, quod vel æqualem sui admirationem hominibus ingereret, vel eos ad rem ipsam probandam atque hæc studia promovendum æque alliceret, ac experimentum *Lugduno-Batavicum*, nuncupatum vulgo *de Leiden*, alioque nomine *Coup foudroyant* (ictus fulminans) appellatum. Primus experimenti auctor *D. Cuneus*, nobilis Lugduni-Batavorum civis rem fortuito casui debuit: cum enim Physicam Experimentalem coleret, & quædam experimenta electrica anno 1746 repeteret, in eam, quam modo dabimus, machinæ & rerum combinationem, atque effectum antea ignotum, minimeque aspectatum incidit. Assumatur vitrea phiala tenuis, bene munda atque exsiccata, quæ ad medium usque aquæ impleatur: pars vero vitri aquæ superstitis diligenter interius, exteriusque detergatur, atque exsiccetur: phialam hoc modo paratam manu ita prehende, & tene, ut manus partem tantummodo, & faciem aquæ respondentem complectatur: a conductore ducta sit catena, seu ferreum filum, quod ita inflectatur, atque dirigatur, ut per phialæ collum intromissum in aquam immergatur, quin tamen vitrum aliqua in parte contingat. Rebus ita dispositis, agenteque machina, cum satis jam electricitatis excitatum a qua conductori communicatum fuerit, dum interim manu dextera v. g. phialam tenes, sinistra conductorem quasi scintillam elicitorus continge.

311 1°. Tum vero vix conductorem digito attigisti, atque ab illo scintilla evibratur, illico in oculi ictu eam in manu, cubitis, pectore, aliisque corporis partibus intimam ac violentissimam concussionem sentiens, quæ medullitus omnino corpus penetret, & te quasi mortuum, & repentino fulmine percussum fuisse persuadeat. Non melius hujusce experimenti effectus ideam comparabis, quam ex ipsissimet verbis *Petri van Muschembroek*, rem experti: *Tenant de ma main droite le vase de verre, tandis que j'essayois de l'autre a tirer des etincelles; tout d'un coup ma main droite fut frappée avec tant de violence, que j'eux le corps ebranlè comme d'un coup de foudre.... les bras & tout le corps sont affectèes d'une maniere terrible, que je nè puis expliquer: en un mot, je crus, que c'etoit fait de moi* (2).

312 2°. Alia etiam est ratio ejusdem experimenti instituendi: loco nimirum phialæ vitreus laterculus, seu quadratum satis amplum adhibetur, cujus utraque facies fuso stanno illinitur, & obducitur præter quamdam singularum fasciam duos fere pollices largam, quæ circumquaque relinquitur pura & libera. Laterculum pluteo metallico ita impone, ut inferior stanni lamina cum terra communicet, superiorem vero catena, aut ferreum filum a conductore ductum contingat. Si, superiori laterali facie, seu lamina stannea vehementer jam electrificata, ope ferrei fili duplici flexura curvati (quem ipse vitreo manubrio gubernes, & manu teneas) communicationem inter utramque stanneam laminam inducas, (quod fiet, si uno eodemque tempore singulæ hujusce fili extremitates singulas quadrati laminas stanneas contingant), experimentum recte instituisti. Hac ratione rem peregit *Franklin*, omniaque experimenti *Lugduno-Batavini* phænomena quadrato hujusmodi vitreo produxit, ideoque quadratum *Magicum* nunc ... patur. Cum experimentum postrema hac ratione peragitur, post vehementem electrificationem fulgur adeo rapidum, splendens, & vehemens a superiori lamina per filum inflexum ad inferiorem evibratur, ut illius splendo-

(2) *Lettre de Mr. Musschembr. a Mr. de Reaumour.*

dorem ferre omnino oculi non possint. Strepitus etiam una simul editur, qui ad magnam distantiam auditur, & tonitrum refert. Scintilla hæc seu fulgur aureum folium inter duas lamellas vitreas interpositum in transitu offendens, in ictu oculi ita fundit, atque intra vitrorum substantiam adeo profunde, & medullitus coagmentat, ut nulla deinceps arte separari possint.

313 3°. Hujusce tamen experimenti effectus, & sensationes ex illo in nobis habitæ (cum priori modo res instituitur) non sunt in omnibus periculum facientibus omnino eædem: primo enim opus est, ut excitata, atque communicata electricitas sit satis vehemens, atque intensa. 2°. Pro multiplici varioque hominum temperamento, debilitate & viribus acutiorem vel remissiorem sensum, dolorem, aliosque effectus producit. Sunt tamen, quibus vel mortem ipsam parient, ut facile ex relata fulguris vehementia intelligere possumus, & periculum in aliquibus jam animantibus factum nos docebit.

Plurima theoremata ex allatis hucusque experimentis deducuntur, quorum partem modo proponemus, alia in lectionem sequentem aliis præterea observationibus confirmanda remittimus.

PROPOSITIO XXXII.

314 *Spatia, & corpora illuminare, est alia etiam materiæ electricæ proprietas.*

Hæc Propositio est purum corollarium ex relatis modo experimentis descendens. Constat enim, materiam electricam, cum excitatur, & copiose a machina, aut globo in catenam, a catena etiam in alia corpora, vel etiam in machinam, seu globum transmittitur (hoc enim ultimum etiam evenire statim probabimus), luminosam esse: vel illa perenniter tamquam torrens erumpat, atque penicilli, & stellulæ forma appareat, vel potius vivide, interrupte tamen evibretur, vel tandem ab corpore vehementissima electricitate prædito atque excitato undequaque in atmosphæræ modum dispergatur. Quocumque scilicet ex hisce modis materia electrica tran-

transmittatur, luminosi corporis munus agit: lucem etiam illam, quam inter globum & digitos manûs globum fricantis observamus, esse pariter materiam electricam ab homine fricante in globum transeuntem, facile constat, & statim probabimus. Si quis vero diceret, materiam electricam ex se quidem non esse luminosam, sed lucem solummodo ab illius actione excitari, eamque comitari: id ab experimentis probari primum oporteret; alioquin libere omnino diceretur: cum præcipue animadvertamus, materiam electricam non modo in pleno, verum etiam in vacuo, non in uno tantum, sed a quocumque corpore effluat, aut ingrediatur, lumen emittere.

315 Inter alias luminis proprietates in electricitate observatas, & quibus materiam ipsam electricam luminosam esse demonstramus, recenseri debent colores prysmatis Nevtoniani: si enim per medium prysma in vividum torrentem electricum aspiciamus, omnes septem colores prysmatis notissimos observamus; atque circumposita corpora vicina a torrente illuminata iisdemmet coloribus prædita apparent, quibus interdum lumine solari depicta conspiciuntur.

PROPOSITIO XXXIII.

316 *Notissimas etiam Ignis proprietates superius relatas, perfectiori tamen atque intensiori gradu habet materia electrica.*

Propositio post adducta modo experimenta aliis probationibus non indiget. Notiores, atque proprietates ignis proprietates sunt *incendere, inflammare, in vapores, fumos, cineres redigere, calcinare, fundere*: omnia hæc peragit etiam materia electrica, ut modo retulimus; magnum tamen inter utrumque interest discrimen: Ignis noster relatos effectus lentissime, & remisse producit, si cum viribus electricis comparetur; hæc enim vehementia, intensitate, atque brevitate fere incredibili illa omnia efficiunt, ut & ab experimentis nostris evidenter inferimus, & partim etiam in experimento Beccarico observamus, quantum in minimo, atque arte nostra perquam tebili

bili maxima ipsius naturæ phænomena imitari possumus. Quanta enimvero est differentia inter artem & naturam, inter scintillam electricam è conductore, aut globo elicitam, & fulmen aut terræmotum, tanta etiam existit in harum causarum effectibus. Qua sane vehementia in oculi ictu fulmine, hoc est, scintilla electrica a natura ipsa evibrata calcinentur, & resolvantur corpora, vix concipere possumus. Est igitur materia electrica purus ignis Elementaris, aut etiam communis? Hoc vero est, quod in sequenti lectione differemus, in qua & relatas jam, atque demonstratas proprietates ulterius explicabimus, & alia etiam adjungemus, quibus materia electrica non leviter ab igne discriminatur, sive id a propria utriusque natura proveniat, seu potius a diversis aliis materiis, quas alter præ altera secum deferat, aut ad agendum determinet.

Atque ex hucusque dictis satis constat Electricæ materiæ definitionis a nobis in hujusce tractatus limine propositæ veritas. Eam enim per illas proprietates definivimus, quas deinde multiplici propositione ab indubiis experimentis demonstravimus.

PROPOSITIO XXXIV.

317 *Materia electrica multo facilius, copiosius, atque velocius e corporibus effluit, aut in corpora ingreditur per cuspides & angulos, quam per obtusas, latasque superficies.*

Hoc aliud est generale electricitatis phænomenon in omnibus corporibus rei ipsius capacibus observatum, ab experimentis deductum, atque demonstratis jam ejusdem materiæ proprietatibns consonum, imo & innixum. Experimenta rem probantia numeris 306 307 &c descripsimus: e quibus constat non modo per cuspides facilius, & copiosius effluere materiam electricam; verum etiam totam electricitatem per conductorem in cuspidem desinentem perenniter transmissam, licet intensissima sit, per cuspidem ipsam sub fulgentissimi pennicilli forma ita perenniter & copiose efflue e, ut conductor ipse aliis ex partibus

attactus aut nullas, aut valde remissas scintillas evibret: quasi scilicet nullam, aut vix sensibilem electricitatem haberet, licet eodem tempore a globo in conductorem, & ab uno hujusce extremo ad aliud per totam ejus longitudinem vehementissima, & copiosissima electricitas transcurrat. Atque hinc est, & in id redit, quod conductor in acutum apicem desinens, quamtumvis adnitamur, nihil aut parum electricitate instruitur, & siquem tandem tenuissimam accipiat, id non nisi post multum temporis, atque laboris obtineamus. In eamdem rem est notissimum Domini *Iallabert* experimentum, ferrea nimirum virga conductori admota plus materiæ electricæ, atque e majori distantia elicit, cuspide ad conductorem conversa, quam si rotundum caput convertatur (*a*).

318 Ex superioribus habemus, materiam electricam in corporibus communicatione electricis addensari, in atmosphæram componi, maxima vi expansiva præditam esse, per conductorum longitudinem velocissime transferri, & magnam in circumposito aere resistentiam offendere, ab eoque potissimum habere, ut in atmosphæram circa conductorem componatur: Ex his autem omnibus sequitur, eamdem materiam per spicula potius, & cuspides, quam per latas superficies effluere, & ingredi: major scilicet illic est corporum longitudo, minus superficiei aeris cuspidi quam latæ superficiei respondet, atque resistit, densiorque tandem per spicula, quam per alias partes adigitur, & transmittitur materia. Jam vero indolis est fluidi cujuscumque maxime compressi, & sese dilatare, atque expandere conantis, ut illac potissimum, majorique vi effluat, qua & minus resistitur, & magis ipsum ad effluendum, aut influendum compellitur: rationi igitur atque notis materiæ electricæ proprietatibus consonat, atque innititur veritas in Propositione asserta, & experimentis aliunde demonstrata.

319 Plurima alia ex iisdem experimentis deducuntur, quorum partem jam superius aliis observationibus

(a) *Hist. de l' Acad.* 1735. *p.* 18.

nibus stabilivimus, & obiter modo confirmationis gratia iterum indicabimus, tamquam probatæ jam doctrinæ corollaria: partim vero ad Electricitatis theoriam spectant, atque in sequenti lectione prosequemur.

COROLLARIA EX DICTIS.

320 *Primum*: *Constat igitur* 1. *materiam electricam & in pleno, & in vacuo existere, atque utrobique sua phænomena edere, excitari, lucere, attrahere, repellere, scintillari &c.* Hæc enim omnia experimenta ultimo relata evincunt. Interim tamen non decidimus, permeet necne illa materia per vitrum in vacuum: suus statim erit huic argumento locus.

321 *Secundum*: *Satis proinde ab experimentis demonstratur, neque materiam electricam esse aerem, neque ejus phænomena ab aere produci*. Fuerat scilicet hæc alicuius præclari aliàs philosophi opinio, vel potius conjectura, dum res electrica ad id, quo modo est, lumen non pervenerat. Equidem intra machinæ Pneumaticæ recipiens aere (quantum humana industria fieri potest) evacuatum materia electrica existit, ejus phænomena eduntur.

322 *Tertium*. *Lumine, & scintillis electricis ulterius confirmatur, aerem materiæ electricæ magnopere resistere*. Eamdem veritatem superius aliis observationibus probavimus; iis tamen nova hæc etiam experimenta consonant, eamque ulterius confirmant: materiam enim electricam semel ac inducitur vacuum, per illud sese facillime diffundere & luce adimplere, dum interim nihil hujusmodi in pleno peragit, numeris 300 &c. observavimus: placidissime etiam in vacuo lux diffunditur, longior, magisque collectus erumpit illic penicillus; dum in pleno contraria sunt omnia.

323 *Quartum*. *Sicut decrescente aeris densitate, facilius electrica phænomena eduntur; ita ex adverso aeris densitate crescente, magis semper augentur electricarum rerum phænomena*. Est dicere: corpus electrificatum facilius in rariori, difficilius in densiori aere

 phæ-

phænomena electrica producit. Hoc etiam modo dictis consonat, & immediatis experimentis innititur. Aer scilicet corpus materia electrica instructum circumdans, est naturale repagulum, quo fluidum illud, ne à corpore abeat, detinetur: rarescente igitur aere debilitatur etiam naturale electricitatis impedimentum; faciliusque a premente semper, & urgente fluido detento perrumpetur.

324 *Quintum. Materia electrica novam nobis rationem, & vim demonstrat, qua corpora aliàs opaca ipsiusmet actione fiunt transparentia.* Alia hæc est illius proprietas, nobis ab experientia tantum nota. Materiam electricam esse luminosam, aut cum luce conjunctam demonstravimus: ea autem corpora, quæ luminis actionem, aut materiam transmittunt, sunt aut fiunt diaphana: cum ergo tanta sit electrici fluidi vehementia, ut trans signatoriam ceram agat, idemque illic efficiat, ac si reapse transmitteretur (in sensu statim explicando); consequens inde est, signatoriam ceram electricitate aut fieri diaphanam, aut diaphani corporis munus agere, & phænomena exhibere. Hic tamen transparentiæ status neque lumine communi obtineri potest, neque post peractum experimentum permanet, ut in aliis corporibus, quæ sunt diaphana relate ad lucem solarem, fieri videmus: primum a magno virium electricarum excessu supra lumen provenit: Secundum vero, quia prædictum phænomenon est præsentis tantum, & actu agentis electricitatis effectus. Sed de hoc iterum inferius.

325 *Sextum. Corpora origine nonelectrica non solum materiam electricam in sese recipiunt, addensatam, & accumulatam servant, sed eam etiam facillime emittunt: contraria omnia in corporibus origine electricis accidunt.* Hinc tamen inferri nolim, plus materiæ electricæ in primis, quam in secundis contineri; cum ex multiplici alio capite res possit provenire. Utrum etiam scintillæ a postremis illis corporibus elicitæ, ab interioribus eorum sinubus explodantur, an vero a materia solummodo circum eorum superficiem accumulata evibrentur, ab experimentis edocebimur.

LE-

LECTIO II.

Philosophorum de materiae Electricae natura opiniones: atque probabilior totius rei theoria, & Principium exponitur, quo Electricitatis phaenomena hucusque nota explicantur.

326. Hactenus praecipua rerum Electricarum phaenomena, atque experimenta proposuimus, ex iisque materiae electricae proprietates deduximus: plurima tamen supersunt nobis prorsus incognita, quae fortasse ventura tempora, & major posterorum diligentia invenient: plurima etiam omnem humanam industriam fugient. Inter haec postrema locum potissimum habent ipsiusmet fluidi electrici natura, excitatio, virium acquisitio, propagatio; Quid scilicet rei est materia electrica? Est ne eorum fluidorum aliquod, quibus nomina saltem imposuerunt Philosophi, *Materiae Aethereae*, *Ignis Elementaris*, *Materiae subtilis*, siqua existit ab aura aetherea distincta? An potius est peculiare aliud fluidum ab hisce & omnibus caeteris antea notis distinctum? 2° Unde materiae Electricae adveniunt, quove pacto adquirit mirabiles illas, atque prodigiosas vires, quibus effectus vix alioquin credibiles exequitur? Qua etiam ratione subtilissimum illud fluidum per solida corpora permeat, mirabilique celeritate excurrit, ac intimam eorum substantiam penetrat? Haec & alia quamplurima sunt, quae hac nostra aetate omnium Philosophorum ingenia torquere possunt.

ADNOTATIO HISTORICA.

327. *Circa materiae Electricae naturam triplex potissimum est Physicorum opinio. Sunt qui illam cum Igne Elementari confundant; Ignis igitur Elementaris secundum hujusce sententiae fautores praeter notissimas illas proprietates, quas in loco recensemus, & in omnibus corporibus indiscriminatim exerit, aliis etiam*

magis peculiaribus praditus est, quas solummodo in quibusdam corporibus, & circumstantiis prodit: neque enim novum, aut mirum est, in uno eodemque fluido plurimas inesse proprietates ac vires, a quibus diversi, immo & aliquando in speciem saltem oppositi edantur effectus p o corporum diversitate, in quibus fluidum ipsum existit, & phaenomena edit. Atque hoc primum est sententiae caput a D. Franklino *statutae, qui mira ingenii sagacitate, industria, & labore rem Electricam in America promovet.*

328. *Materiam Electricam ab Aetherea non distinguunt alii, earumque postremam cum Elementari Igne nequaquam confundunt. Materia haec aetherea ab antiquissimis philosophis Graecis, Romanis, Barbaris nota atque admissa, si hosce Physicos audiamus, est omnium naturalium motuum, atque effectuum immediatum ac universale principium, & commune omnium naturae virium promptuarium, quae ab illa statutis a Deo legibus distribuuntur. Huic ergo materiae tribuitur corporum gravitas, calor, frigus, elasticitas, & mille id genus alia. Hic discurrendi modus non multum a Cartesianismo abludit: notum enim est, similia omnino materiae subtili tribuisse* Cartesium, *in eamque omnium virium & motuum originem retulisse. Eam sententiam nullus hominum falsam esse demonstrabit, aut secundum illam adducta hactenus phaenomena explicari non posse conficiet, licet quamplurima sint maximi ponderis argumenta, quae eamdem opinionem impugnent. Quod tamen eam meo quidem judicio potissimum implicat, est ipsiusmet rei obscuritas, atque multiplices hypotheses. Aetheris naturam definire, ejus diffusionem statuere, omnium rerum naturalium motus, & effectus in illam referre, atque tamquam primum unicum & universale virium promptuarium a Deo statutum concipere: haec, inquam, omnia atque quamplurima alia, quae in hac sententia admittere oportet, ea sunt, in quibus obscuram quamdam caliginem, & maximam incertitudinem animadvertimus: Sed haec, iterum dico; sententiam captu potius difficilem & non nisi multis discussionibus, atque experimentis praemissis tenendam ostendunt, quam falsam esse demonstrent.*

329. *Tertia demum sententia materiam Electricam pecu-*

peculiare quoddam esse fluidum statuit ab omni alio Philosophis hactenus noto distinctum; eamque distinctionem ex singulari ejus materiæ indole ac proprietatibus deducunt, quæ communibus aliorum corporum legibus conformes esse non videntur. Res ipsa & mira electricitatis phænomena opinioni probabilitatem conciliare videntur. Qui in hunc sensum ratiocinantur, materiam magneticam ab omnibus etiam aliis fluidis distinctam esse autumant, quamvis non levis inter effectus electricos & magneticos intercedat analogia, & alterius in alteram actio aliquam in causis ipsis similitudinem demonstrare videatur. Cum res sit maxime obscura, & sæpe etiam fiat, ut ab ea parte stet veritas, quæ majoribus in speciem difficultatibus premitur, nullam ego dictarum opinionum refellam, satisque mihi erit, si quæ probabiliora mihi videntur, in medium afferam.

330. *Generalia tamen hæc sunt, propius in rem ipsam descendunt* Nollet, & Franklin: *quorum primus phænomena electrica per duplicem materiæ torrentem contrario sensu fluentem exponit, alium scilicet a corpore electrificato effluere, alium vero in illud vicissim eodem tempore affluere contendit, materiamque* Effluentem, & Affluentem *nuncupat. Quin etiam duplicis torrentis ope experimentum Lugduno-Batavicum fieri existimat, unumque per medium phialæ vitrum effluere, dum interim alius ad vitrum alia ex parte accurrit: vitrum igitur a materia electrica permeari inde deducit: Materiam etiam electricam a machina & globo vitreo in conductorem transmissam ab ipsomet potissimum vitro egredi autumat, in cujus locum alia è circumpositis corporibus materia in globum ipsum affluit: de qua re videri potest concertatio inter* D. le Roy, & *Ab.* Nollet *in actis Acad. Parisiensis* (a), *quorum primus opposita omnia secundum* Franklin *systema egregie propugnavit. Quid rei sit istud Franklini systema, sequentia aperient.*

(a) *Hist. de l'Acad.* 1753. *Memoires &c.*

PROPOSITIO XXXV.

331. *Materia Electrica ab Igne Elementari non videtur esse distincta.*

In hac Propositione simplicium causarum naturam attingimus, quæ experimenta & sensus nostros fugiunt, cum circa compositas solum causas mechanicas, earumque actiones, & systema pervenire nobis detur. Ab observationibus igitur immediatis illam demonstrare non possumus, sed tamen attenta illa, quam habemus, de Igne Elementari idea experientiæ innixa, perpensis etiam materiæ Electricæ proprietatibus hucusque expositis, & multiplici experimento demonstratis, propositionem ita evincimus.

332. Habemus scilicet primo, hujusmodi materiam esse subtilissimum fluidum corpora etiam densissima permeans, per illaque velocissime transcurrens: constat secundo, & magis adhuc probabitur, per universa terraquea corpora eamdem esse diffusam; multiplici ratione in iis alterari, excitari, atque hujusmodi excitatione ad effectus suos producendos determinari: Tertio probavimus, materiam electricam, cum ab uno ad aliud corpus copiose evibratur, celebriores notissimasque proprietates Ignis, & Lucis edere: vividissime nimirum lucet, circumposita corpora illuminat, proprios eorum colores ostendit, atque producit, omnes præterea prysmatis colores primitivos in se habet, aut potius ejus actio, atque radius per prysma trajectus in omnes prysmaticos colores modificatur, aut distribuitur, corpora deinde inflammat, in vaporem, fumum, calcem, pulverem redigit pro varia eorum indole, alia fundit, dolorem in nobis creat, qualem ex combustione experimur. Omnia autem hæc sunt notissimi caracteres, & proprietates Ignis, atque materiæ luminis. Omittendum etiam non est, ab eadem electrica materia corporum rarefactionem induci, plantarumque, & aliorum vegetantium nutritionem promoveri, atque adjuvari: Cum igitur universa hæc nulli præter Ignem conveniant, aliunde vero

vero constet, nequaquam illa communi, atque impuro Igni, quem omnes tractamus, & novimus, perfecte saltem convenire: aliud dicendum non superest, quam materiam, de qua loquimur, esse Ignem Elementarem.

333. Quominus nostra propositio probabilitatem transcendat, sequentia etiam argumenta faciunt: Multiplex scilicet est inter materiæ Electricæ, atque Ignis Elementaris phænomena discrimen. 1° Vitrum materiæ Electricæ maxime resistit, neque illam facile in se recipit, aut transmittit, ut supra jam indicavimus, & infra ulterius confirmabitur: lux tamen non modo illa solaris, verum etiam electrica per vitra quæcumque diaphana transmittitur facillime: vitrum præterea ipsum ad ignem intensissimum solarem aut terrestrem vehementissime calescit, immo & funditur: nihil hujusmodi in scintillis electricis quamtumvis intensissimis animadvertimus: Quin immo electricitatis actionibus non calescunt corpora, quamtumvis diuturno tempore torrentes electricos excipiant; ut periculo sæpius facto ope thermometri edocemur; contraria autem omnia in igne observamus: duo igitur hinc inferri posse videntur, lucem scilicet electricam a materia ejusdem nominis esse diversam, postremamque hanc ab Igne etiam plurimum differre.

334. Resp. Materiam electricam posse trans vitrum transparere, & illuminare, quin ipsa reapse transeat, sed solum actionem suam, & vibrationes per vitrum transmittat, fuse docemus, cum de lucis natura disputamus: transeat igitur, vel non transeat per vitrum materia electrica, nihil inde contra propositionem infertur: eodem enim modo erunt luminosa materia solaris, Ignis Elementaris, materia electrica, eodemque modo per medium vitrum actionem luminis propriam transmittent, quamvis ipsæ materiæ reapse non transeant. Plurima etiam ab uno eodemque Igne Elementari fient, dum est quibusdam corporibus permixtus, quæ ab illo, dum purus existit, aut cum aliis corporibus adjunctus, aut diversè fiunt, aut nulla ratione peraguntur. Multiplex hujusce rei exemplum habemus in

natu-

natura: nitrum seorsim ab aliis corporibus, etsi ad ignem applicetur, vix ullum aut strepitum, aut notabilem effectum edit; cum sulphure tamen permixtum horrendas strages producit. Licet igitur materia electrica non calefaciat, ignem inde haud esse non probatur, nisi prius demonstretur, ignem elementarem, quocumque in statu sit, eum effectum producere independenter etiam a quibuscumque aliis corporibus.

§. 335. Eodem modo ad plures alios effectus ab electrica materia atque ab igne, aut luminoso fluido diversa tamen ratione editos responderi potest. Novimus enim, materiam electricam in ictu oculi corpora fundere; pauca tamen corpora, licet aliunde sint maxime inflammabilia, v. g. sulphur, bituminaque alia, ab eadem inflammantur: contraria omnia in Igne communi observamus. Incredibilis etiam ejusdem materiæ efficacia, atque in producendis effectibus promptitudo cum ignis communis viribus comparari non possunt. Uno verbo, aliquæ in materia electrica proprietates animadvertuntur, communi igni nequaquam convenientes, & vicissim: utrumque igitur diversi omnino generis fluidum esse videtur. Resp. Phænomenorum discrimen in argumento adductum non inficior; eo tamen utriusque materiæ diversitas non satis mihi suadetur. Aliter enim dicere oporteret, ignem, atque lumen solare diversi omnino esse generis, atque ignis Elementaris, & lux corporum terrestrium: quale enim discrimen inter effectus atque vires radiorum solarium ope speculi ustorii in *foco* confluentium, & ignem nostrum communem! Quin immo radii ipsi solares in foco congregati differre a se ipsis immediate ante adhuc non unitis omnino viderentur: cum nulla sit proportio inter vehementissimam, & incredibilem radiorum intensitatem in foco ad eorumdem ante focum efficaciam, & effectus. Alia etiam quamplurima exempla in natura novimus omnino similia: Vapores ex. gr. ab aqua elevati sunt pura puta aqua; attamen eo in statu quale quantumque est eorum ab aqua discrimen, quæ proprietates toto cælo differentes, quoad compres-

pressionem, elasticitatem, rarefactionem & hujusmodi alia spectat? Siquis vero ex hoc proprietatum, atque phænomenorum discrimine adeo notabili diversitatem etiam inter aquam & vapores inferret, male sane philosopharetur; cum ab experientia habeamus, ex solo status discrimine ab una eademque substantia phænomena, & effectus produci maxime diversos. Quidni igitur simili ratione de Elementari igne philosophemur? Præcipui ejus characteres, & notiores proprietates materiæ Electricæ conveniunt: illa ergo, in quibus differunt, ex diverso ejusdem omnino fluidi statu pendere atque derivari non poterunt?

In re obscurissima, atque ad simplicium causarum systema pertinente, in quibus homines cæcutimus, hæc dixisse satis; cum propositionem nisi ut conjecturam nobis quidem probabiliorem affirmemus.

PROPOSITIO XXXVI.

336. *Ignis Electricus est materia ubique in terraqueorum corporum systemate diffusa, & per globum integrum atque illius atmosphæram distributa.*

Hic jam est communis Physicorum sensus circa Ignem Elementarem, ut in loco dicimus, & experientia probamus; neque alia est eorumdem opinio circa materiam Electricam, etiamsi aliqui ab igne illam distinguant. Experimentis tamen res immediate probari facile potest. Primo de corporibus origine electricis res apud omnes constat, licet hujusmodi corpora sint suæmet electricæ materiæ tenacissima, neque facile aut propriam communicent, aut alienam recipiant. Corpora autem universa communicatione solum electrica ad experimentum, & machinam electricam adducta, pro diversa, qua ad machinam, aut catenam applicantur, ratione materiam electricam comunicant aut accipiunt; eam tamen semper impertiunt, quoties electricitate sua prius non fuerint spoliata, & corpori minus electrico admoveantur. Corpus enim quodcumque communicatione electricum, atque materia

sua

sua non spoliatum machinæ seu globo separatis, & electrica materia destitutis prope admoveamus; luminosum illico pennicillum ab illo versus machinam evacuatam effluere animadvertemus: cum igitur hujusmodi pennicillus sit electricus torrens a corpore effluens, ut & statim probabimus, & ab assertoribus etiam materiæ affluentis, & effluentis admittitur; manifeste eruitur, in omnibus corporibus terrestribus materiam electricam esse diffusam.

337. Id etiam evincit naturalis ejusdem materiæ vis expansiva superius demonstrata, qua se circumquaque per omnia corpora diffundere, atque ad æquilibrium componi semper adnititur. Integrum tandem telluris globum esse amplissimum dictæ materiæ promptuarium, atque receptaculum vel ad evidentiam hæc duo probant, quod scilicet corpora quæcumque materiæ electricæ accumulatione electriticata eam illico, ac cum tellure comunicent, amittant & in eam transferant: & præterea quod materia in catenam a globo transmissa sit perennis torrens a tellure per machinam & globum derivatus: quorum primum experimentis supra relatis constat, secundum statim probabitur: ex utroque enim evidenter deducitur, globum terraqueum materiam electricam perenniter ex se emittere, & perenniter etiam in se recipere, ubicumque tandem experimenta instituantur.

PROPOSITIO XXXVII.

338. *Materiæ Electricæ diffusio, atque densitas non est in omnibus corporibus æqualis.*

Si omnia corpora essent homogeneæ materiæ, atque similia; æqualis ubicumque esset electricæ materiæ densitas juxta vis expansivæ, atque diffusivæ ejusdem indolem satis jam demonstratam: alius tamen est rerum status; corpora alia aliis magis materiæ electricæ resistunt, alia aliis facilius intra se recipiunt, & transmittunt: quin etiam inæquales ipsa electricos torrentes ex se emittunt, cum vel ad evacuatam machinam, vel corpori cuicumque alteri sua materia spoliato admoventur; mate-

ria

ria igitur electrica non æqualiter per omnia corpora distribuitur, aut æquali densitate in iis accumulatur: si enim neque æqualem, aut æqualiter eam materiam recipiunt, neque æqualiter communicant, aut emittunt, magnoque aliàs resistentiarum discrimine illi opponuntur; consequens est, longe imparem esse dictæ materiæ in diversis quamplurimis corporibus densitatem. Hanc propositionem omnes admittunt veram.

PROPOSITIO XXXVIII.

339. *Materiam Electricam ad æqualem sui diffusionem, æquilibrium, & densitatem semper tendere, atque adniti, ex ejusdem materiæ indole, & experimentis constat.*

Hæc propositio (quam jam superius attigimus) ad theoriam rei Electricæ a D. *Franklin* stabilitam propius accedit, licet aliunde ab aliis etiam non negetur: duplici enim effluentis, & affluentis materiæ torrente admisso, stat adhuc, utrumque ejusmodi fluxum ab diffusiva materiæ virtute provenire. Constat enimvero ab experimentis jam relatis, materiam electricam a catena, conductore, aut corpore alio electrificato in corpus quodcumque communicatione electricum, & prope admotum illico evibrari, dummodo minor sit in admoto corpore, quam in catena, aut conductore electrica materia, atque proinde illius densitas: scimus etiam ab omnibus, & singulis ejusdem corporis homogenei & electrificati partibus eodem modo scintillas evibrari æque intensas, si corpus communicatione electricum æqualiter, & similiter admoveatur: quod addimus propter ea, quæ superius circa angulos & cuspides corporum electricorum diximus. Ab experientia præterea habemus, in sequentibus & similibus aliis casibus nullam omnino scintillam haberi, primo, si electrificatæ catenæ aut conductoris pars una alteri admoveatur scintillæ eliciendæ gratia: *Secundo*, si una pars machinæ, aut ad machinam spectans aliam contingat. *Tertio*, Cum unus idemque homo ex. gr. electrificatus, aut plures secum

cum ipsis mutuo communicantes, & elect.ici alius alium digito ad scintillam eliciendam cont ngant.

340. In omnibus scilicet iis postremis casibus materia electrica est in singulis ejusdem, aut diversorum similium corporum sese contingentium partibus æqualiter difluta, ac densa, contra vero in prioribus ex hypothesi, atque ex ipsa rerum positione: in illis igitur eatenus expanditur, & diffundi adnititur, donec ad æquilibrium distribuitur: cum, vix æquilibrium obtineatur in secundis, nulla haberi possit scintilla. Ulterius hæc ex statim dicendis confirmabuntur.

341. Ex Propositione igitur tamquam corollarium sequitur, quod attentis rerum naturis, atque materiæ Electricæ indole, hæc semper in æquilibrio existeret in corporibus, nullaque in iis signa electrica, ad scintillas, pennicillos, & stellulas, spectantia, ederentur; si nulla tum in iisdem corporibus, tum etiam & potissimum in dictæ materiæ intensitate, atque densitate debitaque distributione fieret alteratio. Quamdiu enim est æquilibrium, nulla est actio ex parte una contra aliam prævalens: est autem æquilibrium, quoties materia electrica habet in corporibus homogeneis parem densitatem, in heterogeneis vero illam, quæ sit singulorum texturæ, & indoli proportionalis.

PROPOSITIO XXXIX.

342. *Arte tamen, immo & a natura ipsa multoties fit, ut ignis electricus in aliquibus corporibus accumuletur, in aliis vero rarescat, & consequenter ut tollatur æquilibrium.*

Duplex in hac propositione insinuatur Electricitas, artificialis nimirum, atque naturalis; de quarum prima in præsentia.um agimus; secundam vero tum proponimus, cum de fulmine, & cæteris metheoris disputamus. Quod primam attinet (alia enim in loco probatur) luculentissime ex hucusque dispu atis constat: machina enim electrica id potissimum btineri, ut ad conductorem perennis fluat materiæ torrens, qui in conductore ipso recipia-

piatur, servetur, ac proinde accumuletur, dum cum tellure non communicat, res ipsa, & experimenta superiora conficiunt. Torrentem enim in conductorem influere vel oculorum testimonio suademur, cum ab alia ejusdem catenæ extremitate penicillum luminosum effluentem animadvertamus: Hujusmodi torrentes in *separato* conductore accumulari, ipsamet separationis ratio, seu circumstantium corporum origine electricorum ac proinde electricam materiam non recipientium indoles evincit: conductorem enim electrificatum aere, aut vitro v. g. circumdatum vim materiamque suam servare, res est prorsus indubia: id autem haberi a dictorum corporum ambientium resistentia, vel inde patet, quod rupta semel separatione, & conductore cum terra semel communicante, tota illico illius electricitas disperdatur. Rem eo deduxit *Le Monier*, ut phialam experimento Lugduno-Batavico adhiberi solitam, quasi sclopetum, materia electrica bene instructam, a conductore & machina separare, alio adducere, diuturno tempore instructam servare, ut pro libito in hoc vel illud corpus, in uno vel alio loco illam exploderet, tandem didicerit, atque rei modum docuerit (*a*). Jam vero hoc pacto electricitatis æquilibrium rumpi, res est per se manifesta.

343. Dum igitur res electrica hoc modo, & arte tractatur, in aliis quidem corporibus addensatur, & accumulatur materia, interimque in alteris rarescit. Supposito enim antecedenti æquilibrio, illud rumpi opus est, cum plus materiæ in datum quodcumque corpus introducitur, quam in illo antea ex stebat: in illo autem corpore, unde illud materiæ extrahitur, minus, quam antea, dum æquilibrium erat, remanere, res ipsa demonstrat.

PROPOSITIO XXXX.

344. *Phenomena Electrica, quæ ad penicillum, scintillas, torrentes electricos luminosos, aut non luminosos spectant, ab eo eduntur, quod ignis electricus secun*dum

(a) *Hist. de l'Acad.* 174 . .

dum æquilibrii leges a majori densitate in minorem erumpat, hoc est, a corpore ubi densior est atmosphæra, in aliud, in quo rarior est, effluat.

Omnes propositiones, quas modo demonstramus, mutuam inter se connexionem, dependentiam, & catenationem habent, eaque propter mutuam a se invicem lucem accipiunt, cum ad eamdem theoriam spectent. Preter jam relata, & adhuc adducenda experimenta, ipsamet electricæ materiæ indole probari res potest: eam enim in corpora influere, in iis addensari, atque retineri, expandi tamen semper & ad æquilibrium sese componere adniti, satis hucusque demonstravimus: inde autem sequitur, quod, si duo aut plura corpora sibi prope admoveantur, quorum unum majorem acceptæ materiæ electricæ densitatem habeat, quam aliud, ex primo ad secundum erumpere, atque evibrari debeat materia; cum majori densitati majores etiam respondeant, atque insint expansionis vires: hujusmodi ignis, dum ita magno cum impetu ab uno in alterum corpus exploditur, & reapse in secundum illud corpus transit, & relata edit phænomena, hoc est, scintillatur, lucet, pennicilli formam acquirit, stridet etiam atque fremit, & perenni luminoso torrenti elabitur. Eadem etiam veritas ab ipsismet experimentis deducitur: Etenim neque inter ejusdem, aut diversorum corporum æquali electricitate præditorum partes, cum sibi invicem admoveantur, electrica illa signa eduntur; neque corpora inæqualiter electrificata ad se mutuo accedunt, quin signa illa luminosa, electricitatis characteres, atque effectus, appareant, & ea semper explodantur, ut pennicillus ex parte majoris densitatis, stellula autem contra in opposito corpore minus electrico videatur, in sensu hactenus tradito.

PROPOSITIO XLI.

445. Pennicillus *luminosus est nota materiæ electricæ effluentis e corpore, ubi densior, ad corpus, ubi rarior illa existit: contra vero* stellula *alicui corpori inhærens est ejusdemmet materiæ in corpus illud influentis nota: Unicum proinde materiæ torrentem in quolibet*

bet experimento electrico agnoscimus, ab uno quidem corpore effluentem, in aliudque influentem.

Hanc propositionem eo in sensu defendimus, quatenus duplicem materiam, *effluentem*, & *affluentem* superius expositas negamus, unicumque torrentem statuimus, qui e corpore effluens pennicillum, in corpus influens stellulam ostendit. Innumera scilicet experimenta quotidie instituimus, in quibus duplex illud phænomenon animadvertitur, ex una parte pennicillus, ex alia vero respondens stella: agente v. g. machina, conductori constanter, & perenniter electrificato digitum aut corpus metallicum prope admove, terræ alioquin insistens: pennicillum luminosum in conductore, stellulam in digito observabis. Unde autem est ille pennicillus, unde etiam stella? est ne duplex ignis electrici torrens, a duplici singillatim corpore egrediens, aliusque alii respondens, & ex opposito occurrens? Dicimus, in his & omnibus aliis ejusdem generis experimentis unicus est materiæ torrens a corpore uno pennicilli forma effluens, atque in aliud instar stellulæ ingrediens. Quod si probaverimus, universim etiam de omni re Electrica demonstratum erit, unicum semper inibi intervenire materiæ torrentem ab uno corpore egredientem, in aliud vero secundum æquilibrii, & virium, densitatumque leges ingredientem; ejusque torrentis beneficio omnia electrica phænomena produci, atque explicari.

346. Primo igitur agente machina, & materia electrica a globo in conductorem transfluente, reque in loco obscuro observata, apparet in alia quidem conductoris extremitate globum fere contingente stella luminosa, in opposita vero pennicillus: electricus nimirum torrens conductorem ingrediens stellulam, egrediens vero pennicillum refert.

347. *Secundo*. Conductoris munus homo quicumque agat corporibus electricis impositus, unoque digito globum fere tangat, dum alium alterius manus digitum ad corpus communicatione electricum, v. g. hominem solo insistentem distendit: in primo quidem stellam, in posteriori pennicillum

observabis: res enim eodem redit, sive homo, sive metallum conductoris vices agat.

448. *Tertio*. Duas cuspides metallicas ita statue, ut una quidam conductori, alia autem machinae sit annexa, aliaque alteri opponatur, & se prope respiciant: machina agente, prior cuspis pennicillum, posterior autem stellam ostendet. Materia enim Electrica in conductore accumulata, per spiculum metallicum in machinam, ubi rarior est materia, perenniter refluit, ab unoque proinde spiculo effluit, & in aliud influit. Metallicae cuspides erant omnino a corporibus communicatione electricis separatae, neque nisi conductori, & machinae comunicabantur. Si spicula permutes, quod primo pennicillum, postea stellam demonstrabit, & vicissim. Experimentum multiplici alia ratione instituitur; id tamen semper observatur, quod si conductoris extremum globo oppositum aliqua tandem ratione cum machina (praecipue si separata sit) comunicet, hoc est, ad eam ita admoveatur, ut scintilla aut pennicillus electricus edi possint; videatur semper in dicto conductoris extremo pennicillus, in parte vero machinae respondenti stella: conductor igitur uno sui extremo ad globum stellam demonstrat, alio vero ad machinam ostendit pennicillum: perenniter nimirum a globo in conductorem, a conductore in machinam, ab eaque iterum per globum in conductorem fit ejusdem materiae fluxus.

349. *Quarto*. Si Machina cum terra communicet, conductor autem sit separatus; conductoris extremum globo admotum demonstrat stellam, oppositum vero pennicillum: contra vero si machina sit separata, conductor autem cum terra communicet; ab hujusce extremo globum respiciente loco stellae apparet pennicillus. In primo casu materia per machinam in conductorem, in secundo a conductore in machinam fluit: quod quidem experimentum ulterius statim explicabimus.

350. *Quinto*: Corpus quodcumque communicatione electricum, & suamet electricitate spoliatum conductori prope admoveamus, ut scintilla & pennicillus habe-

haberi possint, aliunde tamen materiam nisi a conductore accipere nequeat: duo autem in iis casibus animadvertemus, pennicillum ad conductorem apparere, stellam in admoto corpore fulgere, eoque solum electricitatem in primo imminui, in secundo augeri, seu acquiri. Experimentum hac ratione instituit D. *Le Roy:* filum metallicum 27 pollices longum tubulo vitreo immisit, ita ut filum semilineari tantum longitudine tubo extaret: praeterea vero tubuli aperturas cera Hispanica abturavit, ne aliunde, quam per cuspidem vim electricam accipere posset filum, tubumque exinde aliis capacioribus tubis vitreis etiam inclusit. Rebus ita paratis, conductori electrico, e cujus duobus angulis, aut cuspidibus extremis singuli luminosi pennicilli effluebant, apicem fili prope admovit: pennicilli illico disparuerunt, stella in fili apice apparuit, ab aliaque ejusdem fili parte scintillae emicabant. Uno verbo, nullum est experimentum hucusque notum, quod secundum hanc propositionem non explicetur, ejusque veritatem non confirmet.

351. Sexto, ut plura alia omittam, quae apud P. *Beccaria* videri possunt, quotiescumque duo corpora communicatione, sed inaequaliter electrica ad contactum fere admoventur, ex parte majoris electricitatis exploditur pennicillus, aut scintilla sub forma pennicilli, ex parte vero corporis minus electrici respondet eodem tempore stella, & si utrumque sit separatum, omnia illa signa disparent, cum utrumque corpus parem tum habeat electricitatem: omnia haec ex modo dicendis ulterius confirmabuntur.

PROPOSITIO XLII.

352. *Unicus ille materiae fluxus, atque torrens, quem in rebus Electricis admittimus, fit a tellure, cui machina insistit, supra globum ad conductorem.*

Haec etiam propositio praecipuum habet locum in theoria Electrica Franklini, atque tum ex dictis tum ex adducendis modo experimentis deducitur.

Primo quidem in re Electrica hæc universa[illegible] demonstrant ;experientiæ . 1. Si & machina, & conductor sint a tellure separata, tenuissima tantummodo signa electrica e conductore obtinemus, quæ brevissimo tempore disparent : ea vero tenuissima signa alternatim modo a conductore, modo a machina eduntur : alternationis caussam statim dabimus: ad rem nostram satis est, quod quamtumvis velocissime volvatur globus ;, & reliqua omnia accuratissime exequaris ; nihil præter remissa illa pauca, & brevissima signa, atque electricitatem obtinebis. In hoc igitur casu electricum torrentem in conductorem non transmittit machina.

353. 2. Fac tamen, ut cum tellure communicet machina, conductor autem separatus maneat: tum vero perennem semper, &, quantum voles, vehementissimam electricitatem in conductore animadvertes, scintillas, penicillos ex illo evibrari, tandiuque rem durare observabis, quamdiu experimentum eodem modo producere velis; stellamque insuper deprehendimus in illa conductoris extremitate, quæ globum respicit. Unum inter duos hosce casus discrimen est, quod cum tellure communicet machina in secundo, non item in primo : ab eo igitur discrimine est effectuum secundi a primo differentia, hoc est, fluxus atque materiæ torrens a machina in catenam.

354. 3° Invertamus tamen ordinem ; cum tellure communicet conductor, non vero machina; contraria omnia observantur: conductor scilicet nullum, machina autem omnia electrica signa perenniter exhibet; eo scilicet casu fit materiæ electricæ fluxus per conductorem in machinam : in hac ultima, utpute *separata* accumulatur, dum interim conductor cum terra communicans, majorem, quam tellus ipsa, densitatem acquirere non potest.

355. 4° Quod si tum machina, tum etiam catena cum solo communicent ; quamtumvis globum volvas, & adnitaris, nullum neque a machina, neque a catena signum obtinebis. Quod scilicet in hujusmodi circumstantiis fiat quidem materiæ fluxus a tellure in machinam, ab hac per globum in conducto-

orem; sed cum omnia hæc solo insistant, eum, eumque communicent; nulla in iis fieri potest materiæ accumulatio, & nulla proinde signa eduntur; quæ juxta jam dicta ab irruptione densioris in rariorem materiam producuntur.

356. 5° Cum experimentum electricum in obscura camera instituimus, inter globum & digitos fricantis manus puncta luminosa jam toties descripta, globo adhærentia animadvertimus; & similem omnino lucem in metallicorum filorum globum ex opposita parte tangentium, & conductori affixorum observamus, ex utraque scilicet parte stellam, acceptæ materiæ electricæ signum, quod in nulla alia globi visitur: id vero argumento est, materiam a fricantis manu ad globum, a globo ad fila metallica & conductorem fluere, & inde etiam modo probabimus, neque ab aere, neque a vitro materiam conductori suppeditari.

357. In eamdem rem est experimentum Domini *le Roy*: globum vitreum inaurata charta, foramine unius pollicis in medio perforata, fricabat, quod quidem foramen, aut circulus basim agebat infundibuli cujusdam vitrei decem pollices longi, & chartæ uniti; infundibuli collum oblongum manu prehendens tenebat, eoque revolutum globum charta *separata* fricabat. Machina agente vix tantillum electricitatis in conductorem fuit transmissum, quantulum scilicet in charta inaurata continebatur; postea vero quamtumvis prosequeretur, nihil obtineri potuit: filo metallico intra infundibulum immisso, ejusque cuspide prope globum admota, & machina, ut prius agente, pennicillus luminosus a fili cuspide in globum effluebat, quo & globus, & conductor electricitatem acceperunt, atque signa edebant. Quodsi antequam in tubum vitreum filum metallicum immitteret, pulvinum a globo separabat, cui alius digitum objiceret, pennicillus illico luminosus a digito in pulvinum effluebat.

358. Tria hinc liquent: 1° Exiguum illum pulvinum fuisse illico suamet electrica materia spoliatum; cum postea a digito pennicillum accipiat, & prius unam vel alteram debilem scintillam conductor

evibraverit. 2° Materiam electricam in conductorem a vitro, neque per medium vitrum transmitti, sed de hoc statim: 3° Terram tandem illam perennem scaturiginem esse, ex qua torrens electricus per machinam supra globum in conductorem transfluit.

PROPOSITIO XLIII.

359. *Neque vitrum seu globus vitreus machinæ, neque aer machinam ipsam, conductorem, aut globum ambiens materiam electricam suppeditant.*

Hoc aliud est Electricæ theoriæ caput cum aliis omnibus optime consentiens, ab iis deductum, atque immediatis experimentis innixum. Et primo a duobus observationibus postremo loco relatis res est plane manifesta. Deinde cum aer machinam, atque conductorem semper circumdat, & immediate contingat; signa electrica numquam non ederet catena, cum aer materiam semper globo suppeditaret, per quem in catenam transflueret; fieri enim haud posset, ut ignis electricus in conductore deficeret. Cum igitur contraria omnia observentur, nullam ab aere in conductorem, aut machinam transfluere materiam electricam tenendum est. Accedit etiam asserta illa jam aeris proprietas, quod scilicet indole sua materiæ electricæ recipiendæ resistat, aptissimumque existat corpus, ut aliud quodcumque communicatione electricum, & aere undequaque circumdatum ignem suum electricum servet: æque enim materiæ externæ recipiendæ, ac propriæ elargiendæ resistit. Hic tamen notanda sunt, quæ alibi jam diximus de aere humido, dequi vaporibus in illo natantibus: sicut enim per humidum vaporosumque aerem facile disperditur materia electrica conductoris; ita etiam si in medio hujusmodi aere conductor sit electricitate minori, seu rariori præditus, quam aer humidus, ignem ab aere in conductorem affluere juxta æquilibrii legem, non negamus.

360. De vitro iisdem prorsus argumentis res demonstratur; tantum enim abest, ut vitrum ignem electricum suppeditet, ut vel parvi vitri interposi-

tio

tio sufficiat ad eum materiæ fluxum impediendum, qui, vitro sublato, a tellure & homine per globum in conductorem transmitteretur. Equidem nisi res ita esset, nulla amplius afferri posset ratio, quare a machina, & globo separatis materia electrica in conductorem non transmitteretur, quod est experimentis demonstratum. Hinc iterum inferre non possumus, aut ullam materiam a vitro emitti, aut copiosum ignem electricum in ipso non contineri: satis enim est, vitrum suæ electricitatis esse tenacissimum, ut utraque illa consequentia cadat.

361. Contra propositionem arguit *Nollet* (a). Ponimus aerem magnam electricitati resistentiam opponere; ac proinde ignem electricum neque aliis corporibus communicare, neque ab aliis recipere: repugnant tamen experimenta: scintillæ a conductoribus ad unius aut alterius pedis distantiam per medium aerem evibrantur: conductores ipsi corpora levia ab aliquorum pedum distantia attrahunt, repellunt, sustinent: in hisce autem & quampluribus aliis similibus casibus a conductore per medium aerem transfluit, & emittitur materia electrica. Neque ad rem explicandam satis est humiditas aeris, seu vapores, qui aerem ambientem efficiunt impurum: adeo enim id a veritate aberrat, ut potius quo siccior extiterit aër, eo melius experimenta electrica, atque relata modo phænomena peragantur: aer igitur electricitati non resistit, sed eam & communicat, & aliunde recipit. Respondeo: Hæc omnia jam explicavimus, & magis illa pro nostra theoria faciunt, quam eam impugnent: aerem non dicimus insuperabilem: contrarium & magnopere resistentem dicimus: id vero innumeris experimentis demonstramus: scintillarum per aerem stridor, figura, atmosphæra electrica conductoris, materiæ addensatio, & alia plurima a nobis jam relata aut dictam aeris resistentiam evincunt, aut ab illa omnino pendent, & consequuntur. Nihil ulterius addo ad argumentum explicandum; propterea quod ea omnia jam sunt exposita, & satis a nobis de-

(a) *Hystoire de l'Acad.* 1753. p. 49.

monstratum, aerem non solum materiæ electricæ resistere, ejus dissipationem, dispersionem, atque transitum impedire, verum etiam neque illam ab aliis corporibus electrificatis accipere, aut illis, ut electrificentur, impertire: deinde totam hanc rem statim iterum explicabimus.

362. A globo, aut tubo vitreo materiam electricam eorum vitrorum propriam, & intra eorum poros antea consistentem conductori communicari, existimat etiam *Nollet*, quod sequenti argumento probare adnititur. Materiam electricam esse puram putamque materiam ignis, atque lucis, ab omnibus jam aut statuitur, aut non negatur: jam vero vitrum illud est corpus, quod ardentissimo igne formatum, & luci vel tenuissimæ facillime pervium & lucem, & ignem intra se facillime recipit, transitum permittit, accipit, communicat, seu transmittit: unde ergo erit insuperabilis fere illa partium vitri tenacitas, qua materiam electricam intra ipsas irretitam adeo prehendat, ut neque illam abire permittat, neque in ejus locum externam possit recipere? Respondeo: Qui hisce & aliis similibus argumentis a ratione tantum petitis rem electricam, sicut & quamplurimos alios Physicos effectus, explicare velet, inter chymeras ille recenseret quidquid nos circa prædictum argumentum sensus, & experimenta docent. Nihil equidem contra rationem statuendum: in re tamen præsenti experimenta sunt primum consulenda, eaque longissimo intervallo dubiis, atque obscuris rationibus a nostra philosophorum idea petitis præferenda sunt. Nullus est, qui adductam in argumento vitrorum indolem ignoret, & materiam ælectricam plurimis saltem lucis, & ignis proprietatibus donatam esse non fateatur: hæc tamen omnia obscurissimum tantummodo argumentum esse possunt ad assertam in vitro resistentiam negandum. De re enim, atque phænomeno agitur, quod in simplicissimo materiæ mechanismo positum ad simplicissimum particularum mechanismum, atque primitivum fere earum statum prope videtur spectare: in quo quidem, si quo in alio, experimenta potissimum inspicienda sunt. Cum ergo indubia

atque

atque manifesta experimenta a nobis jam relata assertam vitri resistentiam demonstrent, parvi pendenda quæcumque obscura ratio iis opposita. Deinde neque vitri, neque materiæ electricæ proprietates nisi ab experimentis novimus; plures etiam sunt, quas adhuc ignoramus, quasque nos sola experientia docebit; inter quas locum etiam illa habet, de qua modo differimus: Tandem licet materia electrica luceat inflammet, pluresque alias habeat tum lucis, tum ignis proprietates; atque inde pro una eademque re haberi possint; nihilominus aliqua in materia electrica deprehendimus, quæ neque luci, neque igni conveniunt, & vicissim; hæc igitur tria sunt una eademque materia, quæ tamen diversam status rationem habeat.

PROPOSITIO XLIV.

363. *Vis diffusiva, atque compressiva materiæ Electricæ est universale principium, & causa, unde omnia electricitatis phænomena producuntur.*

Ab eo nimirum, quod materia electrica propria indole sit suimet diffusiva, seu expansiva, atque proinde ad æquilibrium semper tendat, alia vero ex parte possit in corporibus comprimi, addensari, & accumulari, hoc est, ab eo quod æquilibrium semper affectet, illudque rumpatur, omnia ejus phænomena pendent, atque eduntur. Nullum est electricum experimentum, quod huic principio non consonet, ab eo non probetur, illudque vicissim etiam non demonstret, ut statim plurima percurrendo palam fiet: satis interim sit propositionem ita brevissime stabilire. Si materia non esset sui diffusiva, atque ad æquilibrium semper tenderet; quamtumvis in uno præ aliis corporibus accumularetur; ab eo tamen ad alia non transiret, & sese expanderet, sed in suo accumulationis, & densitatis statu constanter maneret compressa, ut visitur in mollibus non elasticis. Rursus si materia electrica esset quidem sui diffusiva, ad æquilibriumque tenderet, accumulari tamen, atque addensari non posset; ab uno etiam ad alia corpora non efflueret, cum sem-

semper in æquilibrio servaretur, quod quidem perturbari, atque tolli non posset. Posita vero utraque illa proprietate, necessario consequitur, materiam electricam posse in corporibus addensari, & magis, quam in aliis accumulari, rumpique proinde æquilibrium: rupto æquilibrio opus iterum est, ut materia a majori densitate ad minorem effluere indole sua adnitatur, & cum primum possit, reapse transfluat: in hujusmodi autem fluxu phænomena universa electrica produci, supra demonstravimus: a primo igitur ad ultimum constat, phænomena electrica ab adducto principio provenire. Ignis vero electrici accumulatio ab eo tandem dependet, quod aliqua corpora illum intra se facile recipiant, & transmittant, alia autem neque recipiant, neque transmittant: primi generis sunt corpora communicatione electrica, secundi illa origine electrica: hinc est, quod ille ignis in corpus communicatione electricum corporibus electricis circumdatum transmitti, recipi, in illoque addensari possit, eaque ratione vires acquirere, quibus in alia corpora non electrica magno impetu irrumpat. Hoc unum est, quod in omnibus machinis, & experimentis electricis tum naturalibus tum artificialibus evenit: quæ omnia deficerent, si vel in materia electrica, vel in cæteris corporibus dictæ modo proprietates deessent; aut ignis electricus eam aliunde proprietatem non haberet, quod frictione nimirum excitetur, & ad transitum ab uno ad aliud corpus veluti determinetur. Rem omnem luculentius statim confirmabimus, cum totum experimentorum mechanismum, & phænomena per datam modo causam exponam, & ad unicum illud principium reducam.

PROPOSITIO XLV.

364. *Duplex igitur est corporum electricitas tum naturalis, tum artificialis; alia nimirum* Positiva, *altera vero* Negativa.

Est dicere: corpora duplici modo possunt electrificari, seu ad eum statum reduci, in quo phænomena electrica edant, *positive* nimirum, hoc est, materiam

teriam electricam in iis accumulando, & ad majorem densitatem augendo, quam ipsummet corpus genio indoleque sua haberet: aut *negative*, hoc est, naturalem alicujus corporis materiam electricam diminuendo, ac proinde rarefaciendo. Quodcumque corpus in se spectatum determinatam intra se ipsum habet electricam materiam propriæ naturæ, atque indoli proportionalem: si nova materia in illud introducatur, priorique adjungatur, in illo fit prædictæ materiæ densitas major, quam ejus corporis indoles ferret; si propriæ materiæ pars aliqua ab eo expellatur; rarior in illo erit remanens materia, quam ejus natura requireret. Primum dicimus *Electricitatem positivam*, seu *per excessum*; secundum *negativam* seu *per defectum* materiæ. Electrificare igitur corpora aliud non est, quam naturalem vaporem electricum eorum naturis convenientem, & proportionalem in iis augere, vel in iis minuere.

§ 365. Propositionem hoc modo expositam quamplurima confirmant, præterquam quod ex hactenus demonstratis, aut relatis experimentis descendit. Electrica phænomena eduntur a virtute diffusiva materiæ electricæ duorum aut plurium corporum, cujus interruptum est æquilibrium: ut tollatur autem æquilibrium inter duorum corporum electricitates, opus est, ut unum vel alterum plus materiæ recipiat, vel deperdat, quam suamet indoles naturaliter ferre potest: quamdiu duo corpora habent electricitates eorum naturis proportionales, quamtumvis aliàs inæquales, si nimirum corpora sint heterogenea, est inter illa æquilibrium.

366. 2° Phænomena electrica eduntur a torrente, aut fluxu materiæ ab uno in aliud corpus transcurrentis: quamdiu autem est æquilibrium, non transfluit materia: solum autem rumpitur æquilibrium, cum vel in eorum uno plus justo addensatur, vel plus justo rarescit: tunc enim sunt actiones, & resistentiæ inæquales.

367. 3° Cum duo corpora communicatione electrica materiam habent suismet naturis proportionalem, licet unum alteri admoveatur, nullum edunt electri-

ctricitatis signum, ut passim videmus: hic enim casus est omnium corporum naturalium, quamdiu in ea nullam mutationem ars, aut natura inducit; quod scilicet in eo statu sit inter hujusmodi corpora perfectum æquilibrium, quod ad vires electricas spectat. Cum vero duo hæc experientia etiam demonstret, posse nimirum naturalem alicujus corporis electricam materiam ab illo extrahi, & in aliud transfundi, atque accumulari; & præterea edi semper electrica signa, quoties duo hujusmodi corpora eo in statu ad se invicem accedunt: consequens est, utrumque id corpus esse in statu electricitatis, hoc est, in statu edendi signa electrica.

368. 4 Dum corpus aliquod communicatione electricum pennicillum emittit, aliud sibi admotum stellam demonstrat, utrumque signa electrica edit; primum tamen positivam, secundum negativam habet electricitatem relate ad primum; cum posterius corpus materiam a priori emanantem intra se recipiat.

369. 5 Tandem, ut plurima alia omnino similia præter mittam, numquam fit, ut corpus communicatione electricum, a vi tamen sua spoliatum, alteri accumulatione materiæ instructo prope atque rite admoveatur, quin a primo quidem stella, a secundo autem pennicillus, aut similes alii effectus electrici edantur.

370. Tam igitur corpora *positive*, quam *negative* electrica suas circa se ipsa atmosphæras virium habent, intra quas phænomena edunt in ratione inversa distantiarum, si cætera sint paria. Magnum tamen est inter hujusmodi atmosphærarum naturas discrimen: corpus enim positive electricum atmosphæram suam circa se habet positivam, & materialem, ignem nimirum electricum a globo in ipsummet corpus v. g. catenam transmissum, intra hujus massam accumulatum, circa eamdem compositum, & ab aere, ne dissipetur, impeditum: hæc igitur atmosphæra a corpore ipso effluit. Atmosphæra corporis negative electrici in eo consistit, quod corpus ipsum igne suo electrico sit spoliatum, atque proinde materia electrica a circumposito aere, impu-

impuro tamen & humido, ad corpus è quadam distantia affluat: utraque igitur atmosphæra ab uno eodemque principio oritur, vi scilicet materiæ diffusiva, qua sese ad æquilibrium componere admittitur, atque insimul ab aeris resistentia, qua materiæ electricæ vel recipiendæ opponitur, vel receptam repellit: ex hisce enim duobus est, materiam in uno casu a corpore, ubi superabundat, circumquaque diffundatur, & effluat, in altero ad corpus, ubi rarior est, & deficit, undequaque affluat.

371. Oppon. Contra duplicem electricitatem *positivam*, & *negativam*, & indicia, seu criteria, quæ ad eas statuendas, atque discernendas asserimus, argumentatur in hunc modum *Nollet*. Experimentum numero 350. 357 relatum, quo potissimum nostra theoria innititur, in duplicis etiam torrentis systemate exponi potest: Etenim cum gyranti globo ferreum filum intra vitreum infundibulum admovetur, intenditur, atque augetur in globo, & conductore electricitas, quia antea a solo aere, postea & ab aere, & a ferreo filo electricitas globo communicatur. 2° Splendidior est pennicillus luminosus in fili cuspide globum respiciente; quia torrens electricus per filum in globum influens contrario torrente a globo in ferrei fili cuspidem intra infundibulum erumpenti intenditur, magisque excitatur. 3° Quodsi a lamina metallica intra infundibuli cavitatem *separata* post factum experimentum, & remoto jam infundibulo a globo, scintillæ eliciuntur; in causa est, quia materiam a conductore accepit. 4° Tandem id etiam in relato experimento observamus, quod in alia ferrei fili extremitate extra infundibulum producta punctum quoddam luminosum, seu stellulam animadvertamus: ea autem est cujusdam pennicilli initium, cujus radii nimium divaricati visibiles non sunt, sed a filo tamen erumpere facile deprehenduntur, cum candellæ flammam sensibiliter agitent: in hoc igitur etiam casu per medium illud ferreum filum duplex contrarius torrens ab experientia demonstratur.

372. Tria priora capita secundum theoriam nostram apte explicari, non diffitetur *Nollet*; ea tamen in

in suamet opinione exponere adnititur, cui uniee favere existimat, quod quarto loco additur. Respondeo: Hisce omnibus non infringitur relati experimenti atque rationis secundum nostram solummodo opinionem pondus. *Primum*: Supponit, ab aere etiam in globum materiam electricam communicari, atque transmitti: id tamen esse falsum, ab ipsismet experimentis immediate conficitur: quamdiu enim machina est separata, quamtumvis omni ex parte sit ab aere circumdata; nullam electricitatem conductori communicat, sed omnem ab illo accipit (ut experimentis evicimus), quod tamen fieri deberet, si aer machinam undequaque tangens materiam electricam illi communicaret. Uno verbo: quamdiu machina fuerit separata, erit semper electricitate vacua, nisi eam a conductore accipiat: quorsum igitur est, aut unde probatur transmissio illa materiæ electricæ ab aere in machinam atque globum? Ad *secundum*: Probare primum oporteret secundum illum atque contrarium materiæ torrentem a globo in filum ferreum erumpentem, & primo, qui indubius est, occurrentem: Quo magis machina fuerit igne electrico spoliata, eo splendidior observatur pennicillus a filo erumpens, & in machinam fluens: contra si machina paullatim materiam suam electricam recuperet, remissior atque languidior fit pennicillus a filo effluens: si igitur nullus tandem in machina supersit ignis, aut contra supponatur æque densus atque in filo ferreo; in primo quidem casu vacissimus erit pennicillus in filo, nullus autem in secundo: rursus in primo casu nullus e machina effluet ignis electricus, cum evacuata penitus supponatur: in secundo etiam nullus hinc & inde erit torrens: cum omnia sint ad æquilibrium.

373. *Tertium* pariter nulli experimento innititur: imo periculum fiat, cum nullus adhibetur conductor, æque è metallica lamina elicientur scintillæ, quarum materia non nisi a filo metallico communicari potest: cum igitur in filo ipso habeamus causam sufficientem & certam; effectus juxta philosophandi regulam repeti aliunde non potest. *Quartum*

tum tandem theoriam nostram optime confirmat: stella est influentis materiæ nota, atque indicium: cum igitur metallicum filum sit canalis ille, per quem ignis electricus in machinam transfluit: ut hujusmodi materiæ torrens ab una parte effluat, in aliam influere debet: effluens ex parte machinam respiciente pennicillum refert, influens vero per oppositum extremum stellulam exhibet. Interim dum metallicum filum ex oppositis extremitatibus pennicillum, & stellulam monstrat, opus est, ut a parte machinæ opposita cum corporibus communicet, a quibus transmittendam materiam accipere possit. Si quis in candellæ flamma tremor a torrente electrico excitatus animadvertitur, non ille ab igne electrico effluente, sed ab influente provenit: hujusmodi tamen tremor (ut in simili jam supra diximus) est argumentum, atque indicium maxime æquivocum ad torrentis directionem detegendam: cum igitur indubiis argumentis compertum aliunde habeamus, stellulam electricam esse influentis materiæ notam; allatæ etiam phænomeni circumstantiæ observatio nostram theoriam ulterius confirmat.

COROLLARIA

ET REGULÆ IN ELECTRICIS OBSERVATÆ.

374. Ab exposita hactenus virium theoria sequentes regulæ descendunt, quas generaliter observari, experimentis ipsis edocemur. Ab hisce enim principiis est

Primo. Quod materia electrica, si inæqualiter in aliquibus corporibus sit distributa, fortius, atque violentius ex illa parte agat, & sese expandere adnitatur, ubi major fuerit illius densitas; ex illa minus aget, debiliusque resistet, ubi rarior extiterit: ex majoris igitur densitatis loco sese sponte sua ad alia corpora diffundet, in quibus major sit ejus raritas. Ab eo conatu sequitur naturalis impetus, atque motus; ab impetu & motu ad æquilibrium

indu-

inducendum, ac servandum supra dicta omnia phænomena pendent. Analogiam habemus in aere, illiusque Elasticitate.

375. *Secundo*. Inæqualitas igitur virium, & actionum, hoc est, densitatum, quibus materia electrica in diversis corporibus sibi vicinis existit, & agit, omnium Electricitatis phænomenorum immediata causa existit. Est dicere; quamdiu in aliquo corporum systemate materia fuerit vel æqualiter densa, vel æqualiter rara (secundum corporum indolem) nullus sequetur illius motus ab uno versus aliud corpus, neque aliud phænomenon ab eo motu pendens.

376. *Tertio*. Quamprimum autem densitas, aut raritas, ac proinde virium intensitas fuerit inæqualis (quod arte quidem obtinetur) phænomena electrica consequentur. Et hinc in uno eodemque corpore, & corporum systemate potest materiæ electricæ densitas augeri, aut minui, quin effectus aliqui edantur: si nimirum in singulis ejus systematis corporibus æqualiter semper crescat, aut minuatur ejusdem materiæ densitas, aut raritas, attenta semper corporum indole. In his vires & phænomena repulsionis non intelligimus, ut ex jam dictis manifeste liquet.

377. *Quarto*. In uno eodemque corpore eadem materiæ electricæ quantitas, densitas, aut raritas manere semper potest, & tamen electricitatis phænomena ab illo edi possunt: Si nimirum in circumstantibus corporibus ejusdem materiæ densitas mutetur, atque inæqualitas virium inducatur.

378. *Quinto*. A corporibus igitur phænomena electrica possunt ob duplicem virium inæqualitatem edi, per defectum scilicet, atque per excessum: hoc est, si corporis alicujus vires electricæ, atque materiæ densitas major aut minor sit, quam in circumpositis corporibus.

379. *Sexto*. Intensitas, seu vires electricitatis in corporibus inæqualiter electricis est excessus, seu differentia virium, quibus duo illa corpora prædita sunt, & in se mutuo agunt. Quoniam tamen hæc lex

admo-

admodum generalis est, eam ulterius in plures casus distinguamus.

380. Ponamus duo corpora communicatione electrica, quorum naturalis electricitas sit v. g. ut 8, unum quidem esse positive electricum, & habere materiam ut 12, aliud vero negative, atque habere materiam ut 4: relativa eorum electricitas est 8, summa scilicet duarum differentiarum, seu integra differentia unius ab altero.

Si utrumque sit positive electricum, unum v. g. ut 9, aliud vero ut 12; erit relativa eorum electricitas 3: Eadem servatur regula in corporibus negative electricis. Quare omnes casus ad unam simplicemque legem modo propositam reducuntur.

381. Ex lege autem sequitur, unum idemque corpus certa quadam positiva, aut negativa electricitate instructum innumeros habere electricitatis virium gradus, majores, & majores, minores etiam & minores relate ad diversa corpora, quibuscum comparari potest, pro varia nimirum virium in iis corporibus diversitate.

§.

PHÆNOMENA ELECTRICA SECUNDUM PROPOSITAM THEORIAM ET PRINCIPIUM.

382. Non melius datam hactenus theoriam confirmare possumus, quam si phænomena ipsa electrica secundum illam recte explicentur, illique plane cohæreant: id vero est quod modo exequemur, idque eo erit facilius, quod theoria ipsa pedetentim solummodo ab ipsismet phænomenis fuit deducta. Pauca tamen solum attingemus, alia omittentes, cum omnia pariter ad idem principium revocentur.

383. I. Machina, globo, conductore, reliquisque omnibus, quæ ad rem opus sunt, paratis, atque dispo-

positis, & machina insuper agente, frictio a globo in manu facta materiam electricam manûs excitat, & ut ita dicam, accendit: rupto ab ea parte æquilibrio, materia in fricantis corpore existens illuc sese expandit, partesque aliæ ab aliis protruduntur: supra vitrum illabens materia inter duas oppositas resistentias detinetur: ab una scilicet parte vitrum, ne intra globum, ab alia vero aer, ne circumquaque diffundatur & dissipetur, constanter impeditur. Inde est, quod a gyrante globo inter vitrum & aerem supra ejusdem globi æquatorem usque ad punctum manui oppositum, & conductori respondens deferatur; interimque neque versus unum, neque versus alium polum ab iisdemmet resistentiis impedita expanditur: Communicatio, seu contactus globi atque conductoris resistentiam aeris ea ex parte tollit, estque tamquam canalis apertus, quo fluidum omni alia ex parte maxime pressum, naturaque sua elasticum sese projicit: cum conductor vaporem illum electricum intra se facillime recipiat, neque illi opponatur. Conductor aere undequaque circumdatus spectari debet, tamquam electrica apotheca firmissimo vallo septa: acceptum igitur vaporem intra sese retinet, & circa se etiam, cum ejus intensitas aeris resistentiam superare potest, in atmosphæram etiam componit, aere partim excluso, partim quoque superato.

384. Quo tamen pacto frictio vaporem excitat, ad expansionem determinat, & quasi accendit? Hic vero nodus est, quem non facile solvas. Rem ego ita mihi fingo: vapor electricus est ignis elementaris, aut de illius saltem genere: Jam vero frictione ignem quemcumque excitari compertum est: excitatio autem ignis est vera accensio, postrema hæc est, partes ignis ad motum determinare, seu obstaculum tollere, quo igneæ particulæ unice impediebantur, ne moverentur: suum scilicet est inter partes ignis æquilibrium, in quo illas conservat æquale singularum elaterium, virtus expansiva, mutuaque earum pressio: motu frictionis illud æquilibrium ex attrita parte tollitur; versus illam igitur exeruntur intentæ semper vires partium ignis, quæ

eo.

eodem in corpore pressæ undecumque detinebantur. Videnda sunt quæ diximus de Ignis accensione.

385. II. Hinc e parte æquatoris globi a manu ad conductorem gyrantis scintillas elicimus, non vero (aut saltem multo remissiores) a parte quæ a conductore ad manum volvitur. Singulæ enim partes ejusdem fasciæ vitri vaporem a manu ad conductorem adducunt, indeque ut plurimum regrediuntur vacuæ.

386. III. Ignis inter digitos fricantes & globum apparens est vaporis torrens a manu in vitrum perenniter effluens: ab eodemmet torrente est stella conductoris extremo globum respicienti inhærens, atque etiam ex oppositis ejusdem conductoris cuspidibus pennicilli forma emicans, & tandem in digiti apice stellam iterum referens: omnia scilicet hæc sunt unus idemque vaporis torrens ab aliis ad alia corpora transiens, qui quidem in ingressu stellam, in egressu vero pennicillum exhibet, atque hæc duo phænomena pluries in longa aliqua corporum serie edere potest.

387. IV. Forma pennicilli a resistentia aeris provenit: idem enim visimus in exilientis aquæ filo, quod ob interpositum resistentem aerem in plura semper & plura dividitur fila, & ramulos. Inde est, quod torrens electricus per vacuum erumpens unum tantummodo corpus luminosum continuum aliorum fluidorum instar componit. Stridorem, seu crepitum ab aere etiam provenire, id demonstrat, quod torrens ille electricus placidissime in vacuo projiciatur, & evibretur. Stellam vero in corporum ingressu referre, ab eo est, quod vapor per aerem ad corpus affluit in plurima jam filamenta divisus, atque proinde in plura quoque diversa corporis puncta separata incurrat.

388. V. Cum & machina & conductor cum Tellure communicant, eique immediate, aut mediis solum corporibus communicatione electricis insistunt; nulla omnino signa electrica eduntur, licet modo jam exposito vaporis torrens perenniter fluat: tum enim neque in machina rarescit, neque in conductore accumulatur: sed qui a prima, ad secundum transit,

& ab illo in terram perenniter influit, ab eadem tellure in machina insimul suppletur: est igitur semper æquilibrium, & corpora vaporem sibi convenientem semper retinent.

389. VI. Si utrumque sit separatum; exiguus, qui in machina erat, vapor in conductorem illico affluit, qui paucis atque debilibus scintillis e conductore eliciendis satis est; quæ tamen brevissime extinguuntur; aliquid deinde vaporis in exhaustam machinam ab aere profluit; hinc vicissim aliqua etiam signa edit machina: eo tamen vapore in conductorem transmisso, silet iterum machina: at conductor brevia languentiaque signa producit: tamdiuque alternus hic status durat, quamdiu agit machina, resque in eodem statu servantur.

390. VII. Si sola machina, aut sola catena cum terra communicet; signa omnia, & phænomena rite procedunt, atque eduntur; sed illud agit vices machinæ, quod cum terra communicat: si sola nimirum machina sit separata; edet illa, non autem conductor, signa electrica; propterea quod vapor a conductore in machinam fluat, in illaque accumuletur; dum conductor tantum transmittit, quantum accipit: solumque proinde habet suum naturalem vaporem.

391. VIII. Si accumulata in conductore materia, machina vero exhausta, homo solo insistens, atque proinde naturali suo vapore instructus, digitum conductori, & machinæ extendat, & prope admoveat, scintillam e conductore eliciet, machinæ autem dabit: quia scilicet vaporem habet rariorem, quam primus, densiorem, quam secunda.

392. IX. Conductorem positive electricum duo homines simul, aut seorsim fere contingant, quorum primus solo insistat, secundus autem partem machinæ exhaustæ efficiat, globum v. g. fricans: longe vehementior scintilla in secundum, quam in primum exploditur; quia major est differentia inter conductorem & secundum, quam inter conductorem ipsum & primum hominem. Quamplurima sunt alia phænomena his prorsus similia, quæ eamdem habent causam.

393.

393.) X. Fasciculus filamentorum metallicorum a conductoris extremitate globo opposita pendens, tamquam pennicillus dispergitur, aliaque ab aliis filamentis repelluntur & expanduntur, cum conductor ipse positivam habet electricitatem: quia scilicet vapore per metallica illa fila copiose effluente, sunt illa positive etiam electrica, æqualique vaporis densitate instruuntur: se ipsa igitur mutuo repellunt. Et hinc eo magis expanditur fasciculus, quo densior per fila vapor effluxerit. Simile phænomenon exhibent hominis vehementer electrificati, & conductoris munus agentis capilli: facto enim in tenebris experimento, eos observabis jucunde sese fugere, & expandere, lumenque ex se emittere. Capilli enim metallicorum filorum, & cuspidum insimul vices agunt: utrorumque igitur phænomenon edunt, hoc est, sese repellunt, & luminosos pennicillos emittendo lucent. Alia multa his analoga ex eodem principio explicabis.

394. XI. Alternus ille imaguncularum ex folio inauratæ chartæ, aut metallico factarum ludus, attractio, repulsio, itus & reditus, quos supra retulimus, traditæ hactenus theoriæ corollarium existunt. Imaguncula supra metallicum catinum conductori inferius admotum, ad conductorem prosilit, ob virium inæqualitatem: vix conductorem tangit, ab eo illico resilit, quia in contactu æqualem vaporis densitatem acquirit, atque habet conductor: sese igitur mutuo repellunt: vix ad metallicum catinum *non separatum* appellit, vaporem suum illi communicat, atque in sese amittit ex eadem æquilibrii lege: cum igitur amisso vapore sublatum jam sit æquilibrium, ad conductorem iterum prosilit, parem vaporem inde apportat, eumdem ludum tamdiu productura, quamdiu experimentum producere velis: Si catinus sit ex materia origine electrica; ad conductorem post primam repulsionem non resilit imaguncula, quia acceptum vaporem non communicat, cum illum intra se non recipiat corpus origine electricum: servato igitur vapore, durat æquilibrium, & consequenter repulsio. Angulos semper conductori, & catino opponit, atque convertit imagun-

 cula;

cula; quia anguli ac cuspides sunt, qua vaporem potissimum recipit, atque emittit. Si ex superiori parte conductori admoveatur imaguncula, post contactum sursum resilit, & per aliquod tempus in aere pendula sustinetur; eo quod aere undique circumdata (corpore origine electrico) acceptum vaporem, & atmosphæram æque densam, atque habet conductor, servat; inde vero æquilibrium, & constans repulsio. Quoniam tamen aer est impurus; paullatim etiam vaporem suum amittit imaguncula, unde post aliquod tempus amisso iterum æquilibrio ad conductorem præcipitatur, eundem ludum peractura. Ex eodem principio sunt quamplurima alia phænomena specie solum ab hactenus exposito differentia: cujusmodi est illa imagunculæ in aere suspensæ ope globi per totam cameram circumlatio superius a nobis relata; atque alterna etiam & continuata unius, aut multiplicis tintinabuli ope unius aut multiplicis mallei percussio: prope conductorem vehementer electrificatum metallicum tintinabulum in aere suspensum ita appone, ut cum terra communicet, & in eadem conductoris altitudine existat; inter campanulam & conductorem malleus sit suspensus, in aere libere mobilis. Electrificato conductore, ad illum malleus vehementer accurrit; vix illum tangit illico contra campanulam pellitur, illaque pulsata, & vapore suo illi communicato, ruptoque proinde æquilibrio ad conductorem illico recurrit, ab eo iterum contra campanulam repellendus. Plurimæ campanulæ multiplici modo disponi possunt, simul aut successive pulsandæ: ita ut viribus electricis obtineri possit harmonicus concentus.

395. XII. Homines quicumque *separati* cum conductore aliquo modo communicantes, & se ipsos manibus v. g. prehendentes, neque a se mutuo, neque a conductore scintillam eliciunt; quia eumdem omnes conductorem componunt, vaporemque habent æqualiter densum: ab iis vero scintillas eliciunt qui solo innituntur, aut qui cum machina exhausta communicant, postremi tamen hice longe vehementiores, quam primi. Omnia iterum hæc ab eodem principio sunt: homines illi separati mutuum

sui-

fuimet vaporem æquant; eorum fuperant, qui folo infiftunt; eos tamen longe magis, qui cum machina exhaufta communicant. Alia multa phænomena fuperius obiter expofuimus, alia ftatim explicabimus: omnia vero, quæ vel jam attigimus, vel ab aliis relata oftendes, cum expofita theoria cohærere, facile animadvertes.

PROPOSITIO XLVI.

396. *Fulmen Artificiale Electricum e quadrato vitri magico* Franklini, *aut phiala Lugduno-Batavica editum eft etiam explofio violentiffima vaporis electrici ab una ad aliam quadrati, aut phialæ fuperficiem æquilibri reparandi caufa recurrentis.*

Hoc etiam phænomenon, quod per duplicem materiam *effluentem*, & *affluentem* exponit *Nollet*, per unicum tantummodo fluidi electrici torrentem juxta traditam theoriam explicamus. Res igitur hoc modo peragitur: fupra internam phialæ, aut fuperiorem quadrati vitrei fuperficiem fluidum electricum a conductore illuc perenniter fluens magnopere accumulatur: hujufmodi autem addenfatio vaporis fit intra aquam, aut ftannum, fupraque illam vitri fuperficiei partem aqua aut ftanno coopertam: reliqua ejufdem fuperficiei pars fupra aquam phialæ, aut circa ftannum penitus nudata relinquitur, ut impedimento fit, ne vapor in ftanno accumulatus ad inferiorem quadrati, aut exteriorem phialæ fuperficiem pertranfeat, tranfeundo enim effectus effet omnino nullus: eftque proinde ad rem obtinendam plane neceffarium fuperficierum communicationem, feu vaporis ab una ad aliam tranfitum prædicta, aut fimili alia ratione impedire. Eo impedimento interpofito magna vaporis vis intra phialam accumulatur, dum in exteriori fuperficie non modo non augetur materiæ denfitas, verum etiam minuitur; duplici proinde de capite æquilibrium tollitur, & magna inducitur inæqualitas, quia fcilicet in una parte augetur, in altera vero minuitur denfitas. In una vitri fuperficie rarefcere vaporem & repelli eadem ratione qua fupra oppofitam accu-

mulatur, peculiaris est vitri ipsius proprietas experimentis quamplurimis confirmata, quæ totius rei, de qua modo agimus, præcipuum caput est.

397. Hisce omnibus positis, nullo jam negotio ex vi diffusiva vaporis, ruptique æquilibrii ratione fulmen accidere, hoc est, vehementissimam scintillam electricam, quæ omnia fulminis, fulguris, & tonitrus phænomena in exiguo imitetur, consequens est omnino necessarium. Cum enim experimentum superius descriptum peragis, digito catenam tangente, impedimentum ad æquilibrium tollendum tollis, viamque facillimam, & apertam vapori sufficis, qua velocissime per tuummet brachium, pectus & alia membra ab una ad aliam vitri superficiem evibretur ignis electricus.

398. Traditam phænomeni expositionem, insimulque Propositionem probabimus, si tria hæc conficiamus, 1° Vitro reapse indicatam inesse proprietatem. 2° In hoc etiam casu locum non habere duplicem materiam *affluentem*, & *effluentem*. 3° Tandem (quod caput est, unde etiam prima duo pendent) materiam electricam per vitrum sincerum nonnisi difficillime permeare, ab unaque ad aliam ejusdem superficiem transire.

399. Hoc igitur tertium (ut ab illo incipiamus) experimentis constat: corpora scilicet origine electrica, quale est vitrum, vaporem neque accipiunt, neque emittunt, ut jam probavimus. In vitrum tamen nominatim pennicillum luminosum & vividissimum dirigamus, ita ut vitrum possit contingere: ante contactum semper a vitro refugit, incurvatur, & supra vitri superficiem inter ipsum & aerem labitur; cum, si loco vitri corpus quodcumque communicatione electricum supponamus, pennicillus illico intra ipsum directe immergatur. Tandem fac, ut arcus conductor ab una ad aliam quadrati magici electrici superficiem transiens ad tenuissimam vitri lamellam in altera superficie positam dirigatur: hoc unum satis est, ut nullus habeatur effectus, immensaque fulminis electrici intensitas frustretur: tolle lamellam, reliquis omnibus manentibus, fulmen illico evibratur. Neque tamen intelligimus,

gimus, vitrum a vapore esse penitus insuperabile: novimus enim a naturali fulmine multoties rumpi: id unum dicimus, vitri substantiam maximam, quam sciamus, opponere vapori resistentiam: hæc tamen plurimum minuitur, si vitrum valde impurum sit ex terreis particulis, aut etiam fissuris ruptum. Addo hocmet experimentum satis probare, vitrum non esse a vapore electrico facile penetrabile: alioquin neque rumperetur æquilibrium, neque materia intra phialam accumularetur.

400. Quod secundum attinet, sequentia demonstrant: quadratum magicum (idem est de phiala dicendum) dum vapore instruitur, seu ante fulminationem electrificatur, estque aere undequaque circumdatum, qui origine electricus vaporem neque accipit, neque communicat, nisi paullatim post magnam resistentiam; ad fulmen autem explodendum aliud non requiritur, quam contactus arcus conductoris ad inferiorem superficiem: in hujusce autem contactus momento, & fulminis explosione unicum fieri vaporis effluentis torrentem, ex eo patet, quod in apice, seu extremitate arcus conductoris quadratum inferius tangentis appareat luminosissimus, & vehementissimus pennicillus contra quadratum evibratus, atque preinde unica etiam scintilla ex una tantum parte emicans: ex supra dictis igitur unicus ibi est vaporis torrens. Deinde si duplex hic esset materiæ torrens, alius quidem ad phialam, alius vero a phiala effluens, per mediam vitri substantiam vapor exiliret: consequentiam admittunt, qui illam opinionem tenent: tum vero, dum phiala electrificatur, vapor intra illam non accumularetur: a quo enim, ne exterius efflueret, detineretur? Non equidem ab aqua, aut metallo, cum sint communicatione electrica; non etiam a vitro, ut contendunt; cum igitur vitrum immediate exterius manus prehensum teneat; vapor electricus libere omnino ab interiori cavitate phialæ per vitrum flueret, perque manum, & hominem liberrime diffunderetur: æqualis igitur esset vaporis densitas in phiala, in vitro, in homine, in conductore, seu catena: esset igitur æquilibrium, nullum-

que

que proinde fulmen, aut violenta vaporis explosio.

401. Pars tandem tertia primo loco a nobis proposita ex modo dictis est jam manifesta. Primo enim non fit experimentum, neque phiala vapore instruitur, quamdiu exteriorem superficiem non tangat manus, aut corpus aliud communicatione electricum, sed aere undequaque, aut corporibus aliis origine electricis circumdatur: quod scilicet per prima, non ita vero per secunda vapor transmitti, atque a vitri superficie recedere possit: quamdiu nimirum aer circumquaque phialam ambit, vaporem in ejus superficie detinet. *Secundo* Vitrum a vapore electrico non penetrari, modo probavimus; jam vero experimentis superius relatis constat, quod si vaporem electricum supra externam vitrei globi cavi, & vacui superficiem accumulemus, hoc est, si globum ipsum fricemus, aut supra illum pennicillus illabatur, & sese expandat; ab interiori illico superficie per spatium aere vacuum luminosus etiam pennicillus diffundatur, a vitri superficie recedens. Quamdiu globus est aere plenus, ipsemet aer vaporem a vitri superficie recedere impedit; eo impedimento sublato, vaporem supra unam superficiem accumulari & condensari, supra alteram vero rarescere, ab illaque recedere, idem plane est effectus, aut sese semper comitantur. Alia multa ejusdem naturæ brevitatis gratia omittimus. Duo tantum hic annotamus, hæc scilicet, quæ modo diximus, eleganter etiam cum tradita hactenus theoria, & principio congruere, ab illoque sponte descendere, atque hæc alia est ejusdem theoriæ, principii, & præsentis propositionis confirmatio: & hoc primum: Deinde ex his etiam omnia illa solvuntur, quæ contra propositionem afferri possent: & hoc alterum.

402. Contra Propositionem, & quæ de vitri impenetrabilitate diximus, sequentia opponit *Nollet*, præclarus Philosophus experimentalis. Assumatur vitreum recipiens superius apertum, superiori illius aperturæ & collo subtilis phialæ collum mastiche interius agglutinetur, ita ut phiala intra recipientem existat: vacuo deinde facto, aquaque in phialam

lam infusa, quoad ¾ suæ capacitatis adimpleat, in aquam conductoris electrici extremitas immergatur: tum vero ab inferiori phialæ superficie in vacuum luminosum vaporem quasi cribratum prosilire animadvertimus (a). II. Succussionem seu fulmen Electricum hac etiam ratione obtinuit Nollet: intra phialam vacuam, quam manu tenebat, radii ferrei curracibus annulis instructi desinebant: tum vero conductorem alia manu tangendo succussionem Lugduno-Batavicam sentiebat: fieri autem id non posset, nisi luminosus ille vaporis penicillus per vacuum diffusus trans vitrum flueret (b). III. Quotiescumque fulminantem scintillam ope conductoris ita dirigimus, ut illa vel per spissiorem chartam, vel per inauratum subtilioris chartæ folium pertranseat, ex ipsamet foraminis forma scintillam a phiala egressam, non vero ad illam fluxisse cognoscimus: id enim chartacei foraminis velut barba demonstrat: chartæ præterea folium, quod inauratum quadratum tangit, rufatum observamus: quodsi chartæ loco vitrum substituimus, aurata frustula a quadrato separata, & vitro adhærentia animadvertimus. Omnia autem hæc, inquit, torrentem non ad phialam, sed a phiala per medium vitrum fluere demonstrant.

403. Resp. Nihil est quod in allatis experimentis non admittamus, ex illis tamen duplicem materiæ electricæ torrentem probari aut systema hactenus expositum infringi, inficiamur, cum secundum nostram theoriam omnia hæc, & similia alia experimenta faciant. Ad primum: luminosi materiæ torrentes in argumento relati in vacuo recipiente visuntur, & ab externa phialæ superficie per totum vacuum sese diffundere apparent: Unde tamen probabitur, eos luminosos torrentes ab interiori phiala capacitate per medium ipsius vitrum egredi, atque pertransire? Hoc autem ab experimento non constat, quamdiu non probetur, eam materiam aliunde, quam ab phialæ capacitate provenire non posse:

(a) *Hist. de l'Acad.* 1753. *pag.* 12. *Mem.* &c.
(b) *Hist. de l'Acad.* 1747. *p.* 33. *Hist.* 1753. *p.* 14.

se: hoc tamen est, quod neque ratio, neque experimenta ipsa demonstrant; immo & oppositum rationibus, atque experimentis superius allatis evincitur. Fac enim luminosos pennicillos, materiamque proinde electricam per vitrum transmitti, atque ab una ad aliam ejus superficiem facile pertransire: præterquam quod id esset corporum originæ electicorum, quale est vitrum, indoli, & notissimis proprietatibus superius jam demonstratis penitus contrarium; cum ea electricitati maxime resistant, propriam aliis corporibus non impertiant, neque ab aliis recipiant, & per sese transmittant; unde esset, quod materia electrica intra phialam vitream addensaretur, ipsaque phiala quasi electricum sclopetum electrico vapore instrueretur, & adimpleretur? Si enim vitrum est ab ipsa materia permeabile, immo quasi perforatum clibanum ipsam effluere permittit; nihil esset unde electricitas intra phialam detineretur, quin per vitrum, ut per corpora non electrica non difflueret: præcipue cum aliunde habeamus, materiam electricam ex propriamet indole ad sui expansionem semper adniti.

404. Clarius adhuc patebit ejusdem rei veritas, si consideremus, experimentum Lugduno-Batavicum eo perductum esse a D. *le Monier*, ut ipse phialam vitream electricitate instrueret, instructam non solum ab conductore separaret, sed separatam ad dissita loca deferret, & per notabile tempus instructam servaret, ut diversis tandem tempore, loco, & corporibus experimentum perageret. Dum enim per longum tempus phiala electricitate instructa servatur, materia ipsa electrica per phialæ vitrum efflueret, si per illud pertransire potest. Luminosi igitur illi pennicilli, ac torrentes electrici in experimento allati non ab interna phialæ superficie, & capacitate per medium vitrum pertranseunt, sed ab exterma superficie recedunt, repelluntur, atque per vacuam capacitatem diffunduntur. Id scilicet est, quod ab experimentis ipsis constat, ut jam diximus, materiam electricam ea ratione supra, aut intra unam vitri superficiem accumulari, atque addensari, qua ab opposita recedit, & nisi ab una recedat,

cedat, supra aliam non addensatur. Instituatur experimentum, dum phialam undequaque cingit aer; nihil obtines, phiala non electrificatur, neque instruitur: quia scilicet aer ambiens externam materiam repelli non permittit: manu phialam prehende; res bene vertit; quia per manum, & hominem corpus communicatione electricum materiæ depulsioni datur locus: sit tandem phiala in vacuo, ut ad rem propius veniamus, recte etiam omnia in experimento procedunt: cum enim nulla jam sit aeris resistentia, etsi manu phialam non teneas, electrica tamen materia externa repellitur; phiala igitur instruitur: hinc igitur sunt luminosi illi torrentes in vacuo observati. Quæ modo diximus, duo etiam confirmant in ipsomet experimento ab illius auctore observata: *primum:* electricitate omnino eadem, & vacuo perseverante, luminosi torrentes, atque effluxus paullatim semper minuuntur, quoad penitus evanescunt (a). Unde tamen hoc? intra phialam eadem semper est materiæ electricæ densitas, atque accumulatio, extra phialam nulla est aeris resistentia, vitrum etiam ipsum materiæ transitum non impedit: quare igitur exterius non effluit? Quia, inquit *Nollet*, dum interim fit experimentum, aliquid humiditatis ad externam phialæ superficiem adhæret. Attamen etsi id fieret, magis istud materiæ effluxum juvaret, quam impediret; cum aqua, atque humiditas electricitati obstaculo non sint, immo illam facillime recipiant, & in causa etiam sint, ut humidus aer (corpus alioquin materiam electricam non recipiens, neque transmittens) eam facile admittat, atque effluere amplius non impediat. Secundum nostram vero theoriam rei causa est omnino obvia: tantum enim materiæ ex una superficie decedit, quantum supra aliam oppositam accumulatur: quamdiu igitur intra phialam electricitas perseverat invariata, effluxus ab externa etiam superficie cessat: quod minime fieret, si materia interna per medium vitrum posset transire.

405.

(a) *Hist. de l'Acad.* 1744. 1753. *pag.* 13.

405. *Secundum*: Si scintillam e conductore eliciamus; ad scintillas vividum, & instantaneum lumen fulgura referens in vacuo aut phiala apparet. Educta scintilla, ignis electricus intra phialam exploditur, atque plurimum minuitur; secundum igitur datam theoriam æqualis materia eodem tempore per vacuum ad extimam phialæ superficiem evibratur, ut æquilibrium semper existat: hinc igitur est momentanea illa luminis coruscatio ad singulas scintillarum evibrationes. Omitto alia ejusdem experimenti phænomena relatis omnino similia, quibus nostra propositio magis semper confirmatur.

406. II. Secunda difficultas superius proposita ex huc usque dictis, atque ex ipsamet theoria solvitur: nihil enim illa continet, quam succussionem Lugduno-Batavicam ope phialæ vacuæ elicitam: peculiaris tamen rei circunstantia nihil in experimento ipso immutat. Succussio in hoc etiam casu habita non ab interna phialæ cavitate per mediam ejus vitri substantiam provenit, sed per conductorem ipsum, quem tangis, & manum ad externam phialæ superficiem disploditur, ut ruptum virium æquilibrium reparetur: eatenus enim in hoc etiam casu fit experimentum, & phiala vacua electricitate instruitur, quatenus plurimum vaporis electrici intra phialam addensatur, & æqualis interim materiæ copia ab externa superficie recedit: hoc igitur modo rumpitur naturale virium æquilibrium: Cum primum igitur conductorem digito attingis, manu altera phialam tenendo, viam materiæ electricæ aperis, qua a phiala, ubi densissima est, ad externam ejus superficiem, ubi rarissima existit, motu violentissimo evibretur. Succussio igitur non est scintilla a phiala per medium vitrum permeans, sed materia per manum ad phialam accurrens: idque est in omni experimento hujusmodi commune.

407. III. Quod tertiam difficultatem, atque experimentum nobis objectum attinet, non satis video, quid ab illo experimento pro una vel alia theoria afferri possit fundamenti: massa & partes ex quibus chartæ componuntur, eam habent indolem, mollitiem, inæqualem adeo texturam, plexum, & flexibi-

xibilitatem : materia etiam electrica singulari adeo ratione in corpora agit attrahendo, repellendo, multipliciter & inæqualiter comburendo, ut nihil in illo experimento videam, quo nostra propositio infirmetur : quin immo attenta partium chartæ natura, atque textura, electricæque materiæ indole, necesse est, ut foramen modo sit ab una, modo ab alia, modo ab utraque, modo etiam a neutra parte recte cincinnatum : modo secundum torrentis, ac scintillæ electricæ directionem, modo etiam contra. Quid enim si dicam, male cincinnatum debere esse foramen ab superficie illa, in quam primo scintilla irrumpit? id sane est, quod ab igne electrico attrahente, irrumpente, repellente multipliciter fieri potest, ut consideranti patebit.

408. Opponitur 2 : Corpus electrificatum ab eadem sui parte eodemmet tempore & attrahit, & repellit diversa corpora: quî autem id posset simul fieri sine duplici materiæ torrenti, quorum unus affluat, alter vero effluat? II. Deinde ejusdemmet liquoris effluxus ab aliquo vase est semper acceleratus, vel vas liquorem continens ope conductoris electrificetur, vel liquor ipse prope corpus electrificatum collocetur: duplex autem hic casus secundum nostram theoriam explicari omnino, & fieri non potest: Si enim vas electrificatum in primo casu liquorem effluente materia propellit; corpus vicinum & similiter electrificatum in secundo liquorem ab effluxu potius impediret, quam adjuvaret. III. Si tubo vitreo recens perfricto, atque electrificato oblongum aliquod subtile, & facile flexibile corpus admoveas, puta oblongum filum, tenuissimam metallicam bracteolam; in corpore ipso multiplicem flexuram, atque sinuositatem oppositas animadvertes; indubium sane duplicis materiæ torrentis indicium. IV. Cylindricum conductorem circulariter incide, in diversis ejus circuli punctis diversa etiam tenuissima, & flexilia fila appende: Similiter in interiori superficie circuli trium pedum diametri plura hujusmodi fila etiam infige, ita ut omnia libere dependeant, & volvi possint : Conductorem ita per circuli centrum transmittes, ut utriusque fila sibi in eodem

dem plano mutuo respondeant: rebus ita constitutis, electrificetur conductor: tum vero animadvertes, conductoris fila coronam radiorum divergentium ab eodem centro recedentium componere; illa vero amplioris, & concavi circuli coronam similiter, sed radiorum convergentium efficiunt, quæ quidem ad unum idemque etiam punctum, atque utriusque coronæ centrum diriguntur: hæc autem omnia non nisi a duplici torrente proficisci possunt (a).

409. Ad hæc omnia facilis est responsio. Primum scilicet est pura putaque nostræ theoriæ consequentia, quam satis jam superius explicavimus: omnia scilicet hic fiunt secundum rationem æquilibrii intensitatum, seu virium materiæ: Si ergo ab una eademque parte plura simul corpora levia conductori admoveantur, quorum unum parem, alia minorem, altera majorem, quam conductor ipse, electricitatem habeant; uno eodemque tempore alia quidem repellentur, dum interim magno alia velocitatum, & virium discrimine attrahentur. Ad II. Utrumque etiam secundi experimenti phænomenon expositæ thæoriæ conforme est: in priori quidem cum vas, tum etiam liquor parem aut cum conductore aut saltem inter se habent electricitatem: sese igitur mutuo repellent: effluentis igitur liquoris velocitas addita electricitate magis augetur, quam si sola partium gravitate flueret. Alterius casus similis omnino, aut eadem est ratio: partes singulæ fluentis liquoris eamdem, seu æque intensam habent electricitatem: se igitur mutuo repellunt; partes igitur liquoris jam fluentes non solum gravitate sua, sed aliarum etiam partium fluidi totum vas adimplentis actione ad effluendum urgentur: auctis proinde viribus velocius effluent. Ad IIIum. Tenuissima, & facile flexibilis bracteola dum a conductore electrificato attrahitur, in sinus, atque flexus incurvatur, & hoc quidem alio de capite a duplici materia penitus diverso: primo enim vel ob inæquales partium distantias inæqualiter tracteolæ (non satis forsitan homogeneæ) partes electri-

(a) *Hist. de l'Acad.* 1753. *pag.* 40.

lectrificantur. 2° Ab aeris resistentia, quæ non levis esset, si tota simul bracteola, nullo sinu facto, undequaque ad conductorem accurreret. Equidem dum subtiles hujusmodi bracteolæ, aut similia alia levissima corpuscula pondere suo per aerem habuntur, in similes sæpe sinus incurvantur: causa tamen trahens in omnibus illius partibus est sola gravitas, neque ad phænomenon explicandum contrarius aliquis materiæ fluxus requiritur. Ad IV-m. Phænomenon ultimo loco relatum theoriam nostram confirmat. Priora fila conductori circumposita distenduntur, atque tamquam circuli radii divergunt; quia ob contactum conductoris eamdem non solum inter se, sed cum conductore ipso habent electricitatem: a se igitur mutuo, atque a conductore repelluntur; opus igitur est, ut coronam divergentium radiorum componant. Exteriores autem circuli fila ob magnam a conductore distantiam electricitatem habent multo minorem, atque remissiorem, quam conductor: ad hunc igitur tamquam ad centrum attrahuntur: coronam proinde convergentium radiorum efficere debent. Ulterius in iis explicandis, atque probandis non immoror, quia ex ipsismet theoriæ principiis dependent, & superius a nobis fuerunt in casu non dissimili exposita.

410. Opponitur ulterius. Ipsæ etiam electricæ scintillæ a corpore electrificato diplosæ duplicem materiæ torrentem demonstrare videntur. Etenim dum homo terræ insistens hominem electrificatum tangit, scintilla electrica in eorum utroque visitur, & in utroque etiam intimum, & vivum dolorem creat. Deinde ipsamet scintilla per sensibile aliquod tempus non durat, sed in momento temporis apparet, & disparet, quin vel prius per gradus intendatur, aut postea sensim languescat, atque diminuatur. Duo autem hæc vix in unius tantum torrentis systemate intelligi poterunt: quare enim materia electrica paullatim ab uno in aliud corpus non influit, & influendo diuturnam scintillam, seu visibilem torrentem non efficit?

411. Resp. Quidquid hic opponitur, facillime secundum expositam theoriam solvitur: & si quam ha-

bet difficultatem, æque duplicis torrentis systema impugnat. Lumen electricum in utroque corpore apparet, & in utroque doloris sensum creat, licet sit unus idemque materiæ torrens; quia eadem materia & ab uno corpore erumpit, & in aliud irrumpit, atque tam in egressu, quam in ingressu intimas ipsorum corporum partes afficit, tamquam verus ignis quo sensitiva animalis corporis membra pervadantur: cum igitur ignis ille electricus satis collectus, atque densus, maximaque cum velocitate ab uno corpore in aliud evibretur; mirum non est, si in utroque non solum clarissime appareat, sed etiam molestiam, dolorisque sensum generet. Ad secundum. Non dissimili ratione phænomenon explicabis, quamlibet ex duabus sententiis teneas. Cum conductor in acutam cuspidem desinit, & vehementem, constantemque recipit electricitatem; tum vero non instantanea solum ab illo exploditur scintilla, sed perennis luminosæ materiæ torrens ab ipso per cuspides magno impetu, & sensibili stridore effluere apparet: cum conductor in cuspidem non desinat, aut non sit vehementer electricus, digitumque ad illum paullatim admoves; paullatim etiam intra conductoris atmosphæram materia electrica ad digitum pertransit: interim tamen neque scintillæ instar evibratur, neque luminosus apparet torrens; quia ad contactum, aut prope contactum perventum adhuc non est, materiaque proinde densitatem ad scintillam lumenque efficiendum necessariam non habet, obstante interim tum utriusque corporis distantia, tum interpositi aeris resistentia: quamprimum autem ad id punctum & viciniam digitum admoveris, ubi duplex hoc resistentiæ caput expansivis materiæ viribus impediendis satis jam esse non possit; tum vero ipsa ruptis carceribus magno impetu evibratur: post evibrationem vero, seu displosionem, æquilibratis parumper viribus; omnis explosio intermittitur, quoad rupto iterum æquilibrio, ad novam displosionem veniamus. Plurima hujusce rei exempla habemus in natura, in igne nimirum paullatim ad pulverem pyrium admoto, & in mille aliis.

412.

412. Opponitur etiam a D. *Nollet* sequens argumentum, quo non solum unius tantum torrentis ratio, sed etiam ipsiusmet electricæ materiæ proprietates evertere adnititur. Si tota res electrica unico materiæ torrente perageretur, opus sane esset, materiam ipsam esse insimul & maxime elasticam, & maximæ compressionis capacem, atque intra conductorem magnopere condensari: hæc tamen sunt, quæ concipi omnino non possunt: quomodo enim ita addensabitur materia electrica intra illud corpus, per cujus poros facillime movetur? Deinde illamet facilitas ad motum, fluiditas, atque elasticitas inter se pugnare videntur, neque simul in eodem corpore conjungi. Tandem velocissimus ille hujusce fluidi motus versus omnes partes, directus, lateralis, retrogradus vix concipi aliqua ratione possunt.

413. Respondeo. Hæc omnia, aut fere omnia in duplicis etiam torrentis systemate admitti debent. Deinde hujusmodi sunt, quorum exempla habeamus in natura, & quæ immediatis experimentis innitantur: satis autem hoc ultimum esse debet, ut omnes illico difficultates, & argumenta opposita evanescant. Quod materia electrica sit maxime elastica, compressionis, & dilatationis capax; satis supra demonstravimus: id autem non esse unicum ejusdem rei exemplum, satis intelligitur ex proprietatibus aeris, quas suo loco explicavimus; est enim aer corpus fluidum, magnæ compressionis, atque dilatationis capax; ejus præterea particulæ sunt subtilissimæ, &, cum compressæ fuerint, versus quamcumque partem secundum omnes directiones expanduntur, atque moventur: quidni igitur rem eamdem in alio fluido existere posse, & perfectiori quidem modo, non fatebimur? Motus retrogradus fluidi elastici, atque compressi est effectus, qui elasticitatem ipsam consequitur, ut in aere ipso visitur. Tandem intra corpora, per quæ liberrime transfluit materia electrica, addensari potest; quia externus aer conductorem ambiens, est corpus origine electricum, quod resistentia sua dictam materiam impedit, intra conductorem detinet, atque

ea ratione ad magnam densitatem compellit. Hæc quidem esse materiæ electricæ proprietates, negare non possumus: quodsi satis non intelligimus, quanam ratione, & primitivo, atque simplicissimo mechanismo ista omnia a simplicissima materia proveniant: commune id est omnibus philosophis malum, quod majorem Physicarum rerum partem comprehendit. Quamcumque circa rem electricam opinionem teneas, cum ad primitivum totius rei cardinem pervenimus, hærere nobis aquam fateamur oportet.

414. Oppon. Pennicillum, & stellulam luminosam esse notam, primum quidem materiæ effluentis, secundam vero influentis, sequentibus impugnat *Nollet*. In casu experimenti numero 306 &c. relati fila metallica, quorum cuspides machinæ conductori comminus admoventur, pennicillum, & stellulam exhibent, ea tamen phænomenorum varietate, ut nihil inde certi concludi posse videatur. Pennicillus luminosus in fili machinam respicientis apice observatus a stellula quidem differt; verum si ejusdem fili extremitatem gyranti globo paulo supra manum fricantis cominus admoveas; pennicillum non dissimilem in filo animadvertes: cum autem illa in parte globus sit positive electricus, materiamque a manu ad conductorem adducat; ignis a globo potius in filum, quam e contrario effluet: pennicillus igitur in hoc casu non effluentis, sed influentis materiæ nota existit. 2° Quod stellulam, & filum conductorem respiciens attinet, non minus res est varietati, atque mutationibus obnoxia: Etenim si fili cuspis sit satis acuta, stellula veluti luminosum punctum apparet, quod magis sensim distenditur, atque dilatatur, quo magis ad conductorem acceditur: si extremum sit obtusum, & latius; stellula etiam erit latior, & pariter decrescente distantia inter filum & conductorem ampliatur, & magis in longum producitur, ita ut pennicillus aliquando esse videatur. 3° Tandem si filum hujusmodi ope ceræ Hispanæ *separatum* manu altera teneas, alterius vero digito ejus extremitatem a conductore aversam contingas, inten-

tendetur ad oppositum fili extremum stellula; quod quidem argumento est, materiam electricam per filum versus conductorem fluere, atque fluendo stellulam formare: stella igitur etiam est effluentis materiæ effectus.

415. Ad hæc omnia facilis est responsio, neque iis probatæ propositionis veritas infringitur. Ad *primum*: Duplici casu formari potest penicillus in fili metallici cuspide, cum illa paulo altius, quam fricans manus gyranti globo admovetur: 1° Cum materia electrica a conductore in machinam transmittitur, quod multoties fieri demonstravimus; tunc enim ea globi pars materia electrica est jam spoliata. 2° Cum densior est in filo, quam in dicta globi parte electricus ignis; id quod multoties etiam evenit. Quodsi ex adverso densior supra globum, quam in filo extiterit; tum quidem stellulam in ejus cuspide observabis. *Secundum* nibil, nisi puram putam legem electricitatis virium decrescente distantia crescentium continet: juxta enim hanc legem est, quod filo, ejusque cuspide paulatim ad conductorem accedente, ignis electricus intensior semper & intensior, ac proinde ampliorem etiam, & productiorem stellam referens appareat, & in filum influat. *Tertium* est pariter theoriæ, & simplicissimæ ejus legis effectus: digitus alterum electrificati fili extremum tangens, materiam aliquam ab illo elicit, cum filum ignem a conductore paullatim recipiendo, & in sese colligendo, majorem, quam digitus, habeat materiæ densitatem: diminuta in filo materiæ densitate, copiosior in illud a conductore transmittitur; & hinc intensior, atque splendidior fit stellula, necesse est.

INDEX
TOMI SEXTI.

Gra-

LECTIO II.

LECTIO III.

LECTIO IV.

CO-

DE METHEORIS

SEU

DE IIS, QUÆ IN ATMOSPHÆRA TERRESTRI VISUNTUR.

LECTIO V.

LECTIO VI.

VE-

§.

VERA FULMINUM CAUSA, & Theoria proponitur.

LECTIO VII.

LECTIO VIII.

quæ

LECTIO IX.

§. Ra-

§.

Differentia Sonorum, Harmonia, Auditio, seu perceptio Soni ab anima.

PYROTECHNIA PHYSICA

SEU

DE ELEMENTO IGNIS.

LECTIO I.

PROP.

LECTIO II.

LECTIO III.

De Calore.

§. Ca-

LECTIO IV.

LECTIO V.

DISSERTATIO

DE

ELECTRICITATE &c.

LECTIO I.

§. Inæ

EXPERIMENTA

ET

PROPOSITIONES QUÆ MATERIÆ

Electricæ Phenomena ignea, & luminosa spectant.

PROP.

LECTIO II.

PROP.

PROP.

Finis Tomi Sexti.



ROMUALDUS ROTA

E SOCIETATE JESU

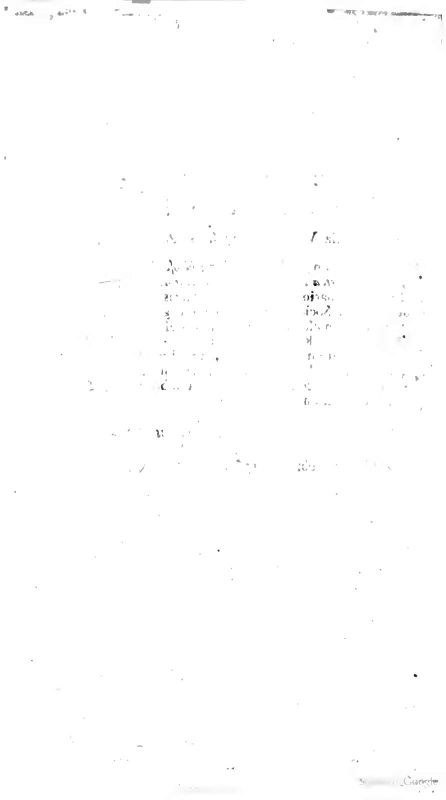
In Provincia Veneta Præpositus Provincialis.

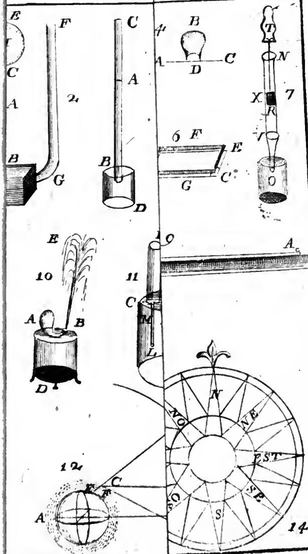
CUm Librum, cui titulus = *Philosophia Libera, seu Ecclectica Rationalis, & Mechanica sensuum* = Auctore P. Ignatio Monteiro Societatis nostræ, aliquot ejusdem Societatis Theologi recognoverint, & in lucem edi posse probaverint; Potestate nobis a R. P. Laurentio Ricci Præposito Generali ad id tradita facultatem concedimus, ut Typis mandetur; si ita iis, ad quos pertinet, videbitur: cujus rei gratia, has litteras manu nostra subscriptas, & Sigillo nostro munitas dedimus,

Romualdus Rota.

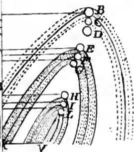
Bononiæ 15 Februarii 1763.

L. ✠ S.

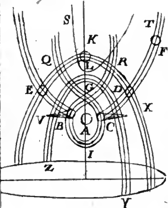

Google

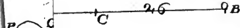

E
F
C
4
B
A
C
D
N
X
7
R
2
A
B
G
B
D
6 F
E
G
C
O
E
A
10
11
9
C
M
L
A
B
D
N
NO
NE
EST
SE
S
SO
12
C
F
A
14


O
X
Z
S
H
y
R
L
T
V
N
B
9F
A
G

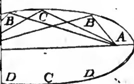

B
C
D
E
F
G
H
I
L
K
V


F
L
M


S
T
K
F
Q
L
R
E
G
D
X
V
B
A
C
I
Z
Y

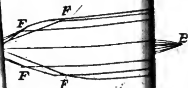

26
C
B


P
G
H


27
B
C
B
A
D
C
D

29





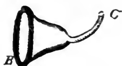
40

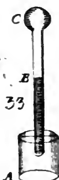


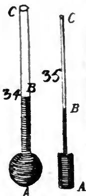




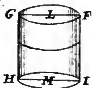
31







37





39



RIA

